

*Universidad Autónoma de Madrid*  
*Departamento de Biología*  
*Facultad de Ciencias*

**Tesis doctoral**

**Conductas relacionadas con la ingesta de alimentos y su  
contribución a las enfermedades cardiovasculares**

Kristin Keller

Directora: Dra. María Margarita Carmona Moreno

Madrid, España

2017

## Resumen

La presente Tesis evalúa conductas relacionadas con la ingesta de alimentos, tales como la realización de la comida de la media mañana, de la merienda y el hecho de picar entre las comidas regulares, y la asociación de éstas con diferentes factores que podrían contribuir a las enfermedades cardiovasculares. En este sentido, se investigan hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos, además de la obesidad abdominal y la tensión arterial elevada. Los datos del presente estudio transversal fueron recogidos en el año 2008 durante distintos eventos de prevención en salud en cuatro ciudades: Madrid, Las Palmas, Sevilla y Valencia. Se parte de una muestra de adultos españoles de edad comprendida entre 20 y 79 años. El análisis estadístico incluye principalmente tanto regresiones logísticas como lineales múltiples, con controles para diversos factores de confusión en modelos de ajuste. Los resultados obtenidos fueron publicados en tres artículos originales. Cada publicación se centra en diferentes factores que podrían contribuir a las enfermedades cardiovasculares, de manera que el primer artículo evalúa los hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos, el segundo la obesidad abdominal y el tercero la tensión arterial. No obstante, en la presente Tesis el enfoque se dirige a las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos. Adicionalmente, y como complemento a las publicaciones, se evaluó, a través de modelos de mediaciones simples, el papel mediador de la circunferencia de la cintura en las asociaciones entre las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos y la tensión arterial.

Se observó que la realización de la comida de la media mañana se asoció positivamente con el consumo recomendado de lácteos y verduras, pero también con el consumo regular de alimentos salados, aunque no se encontró ninguna relación con la obesidad abdominal y la tensión arterial. Por otra parte, la realización de la merienda se asoció positivamente con el consumo recomendado de frutas y lácteos, mientras que lo hizo de forma negativa con la obesidad abdominal y la tensión arterial. En el caso de la conducta picar entre horas, se observan relaciones positivas con el consumo regular de alimentos salados y ricos en grasas e igualmente con la obesidad abdominal, mientras que no se encontraron asociaciones con la tensión arterial. Por último, el análisis de los modelos de mediaciones simples reveló que las asociaciones entre el hecho de consumir la merienda y picar entre horas con la circunferencia de cintura, podrían además relacionarse, respectivamente, con una menor y mayor tensión arterial.

Los resultados del presente estudio transversal sugieren que el hecho de consumir la comida de la media mañana y la merienda podría contribuir a la prevención de las enfermedades

cardiovasculares, mientras que la conducta de picar entre las comidas regulares lo perjudica. Las asociaciones opuestas encontradas entre las conductas demuestran la relevancia de diferenciar entre los diferentes tipos de ingestas alimentarias. Las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos investigadas son habituales y relevantes en la población española, por lo tanto su fomento en programas de prevención de enfermedades cardiovasculares podría ser de interés. No obstante, son necesarios nuevos estudios poblacionales, preferentemente de corte longitudinal prospectivo, para confirmar los resultados encontrados.

## Abstract

This thesis evaluates meal intake behaviours, such as having a forenoon meal, having an afternoon meal and snacking between the regular meals, and their associations with several factors that contribute to cardiovascular diseases. In this context, food consumption habits, as well as abdominal obesity and high blood pressure, were investigated. This cross-sectional study is based upon data from Spanish adults aged 20-79. The data were collected in 2008, during different health prevention events organised in four cities: Madrid, Las Palmas, Seville and Valencia. Statistical analysis includes mainly multiple logistic and linear regressions, which were adjusted for several potential confounders. The results have been published in three original papers, each one focusing on one of the risk factors for cardiovascular diseases. The first article evaluates several food consumption habits, while the second and third study examines abdominal obesity and blood pressure, respectively. However, the structure of this dissertation is primarily based around an investigation of meal intake behaviours. In addition, and as a complement to the publications, the role of waist circumference as a mediator of the associations between meal intake behaviours and blood pressure was evaluated, using simple mediation models.

We found that having a forenoon meal was positively associated with the recommended intake of milk and dairy products and vegetables, but also with the regular consumption of salty foods, while no associations were found with abdominal obesity and blood pressure. Furthermore, having an afternoon meal was positively associated with the recommended intake of fruits and dairy products, but negatively with abdominal obesity and blood pressure. In contrast, snacking showed to be positively associated with the regular consumption of salty and fatty food and abdominal obesity, while no associations with blood pressure were found. Finally, the analysis of the simple mediation models revealed that the associations between having an afternoon meal and waist circumference could relate to a lower blood pressure whereas the association between snacking between the regular meals and waist circumference to a higher blood pressure.

The results of this cross-sectional study suggest that the realisation of a forenoon and an afternoon meal might contribute to the prevention of cardiovascular disease, while snacking between the regular meals could be counterproductive. The contrasts between the associations found with these meal intake behaviours demonstrate the importance of differentiating between different types of eating occasions. The investigated behaviours are habitual and

relevant in the Spanish population, therefore their promotion in Spanish cardiovascular disease prevention programmes could be of interest. However, further prospective studies are needed to confirm these results.

## Agradecimiento

Quiero dar las gracias a mi directora de Tesis, la Dra. Margarita Carmenate Moreno que con sus conocimientos como investigadora, su indicación, paciencia y amistad siempre me ayudó en cualquier situación. Ha sido un apoyo emocional en los momentos más difíciles, muchas gracias por creer y apoyarme constantemente.

Mi más sincero agradecimiento al Doctor Santiago Rodríguez López, cuyos consejos y experiencia me han acompañado desde el inicio de este trabajo. Sin él, mi Tesis nunca habría llegado a su fin. Jamás podría haberme desarrollado, sin su ánimo y crítica constructiva. Gracias amigo.

Gracias también a Jose Manuel Terán, por sus consejos, aliento y su amistad de gran importancia para mí. Te deseo mucha fuerza, ánimo y suerte (siempre hace falta) para la Tesis.

También estoy agradecida a todos aquellos (Dani, Lana, Laura, Lucia, Maria, Miriam, Natasa, Verónica, Yulia etc.), a los que he conocido durante los años de la realización de mi Tesis y con las que he tenido la suerte de compartir muchos momentos de felicidad. Gracias por las comidas, cervezas y cigarrillos compartidos, en fin, por los buenos momentos juntos. Prost!!!

Este estudio ha sido posible gracias a la concesión de una beca FPI por parte de la Universidad Autónoma de Madrid, ello me permitió desarrollar esta Tesis con suma libertad así como, entre otras cosas, fomentar mi experiencia en el extranjero. Gracias a Consuelo Prado por haber sido Codirectora de la beca.

Igualmente, quiero agradecer al Prof. Dr. Arthur Eumann Mesas y a la Dra. Daysi Navarro por su disposición a ser evaluadores externos de esta Tesis.

Quiero acordarme desde estas líneas de mi madre. Danke für deine Liebe, Unterstützung und Aufopferung. Die Gewissheit, dass du immer für mich da bist, gab mir erst die Möglichkeit, meine Abenteuer zu leben . Vielen lieben Dank.

Mi más profundo agradecimiento y amor a mi pareja Ángel. Sin tu apoyo, tus consejos, tu paciencia y sacrificio por mis sueños, jamás podría haber llegado tan lejos. Gracias por compartir conmigo esta vida tan maravillosa. Lucila mí sol, mi estrella, quién me hace tan feliz. Ich liebe dich überallles.

## Lista de publicaciones

La siguiente Tesis se basa en los siguientes artículos:

- I. Keller, K., Rodríguez López, S., Carmenate Moreno, M.M. & Acevedo Cantero, P. Associations between food consumption habits with meal intake behaviour in Spanish adults. *Appetite*. **83**, 63-68 (2014).
- II. Keller, K., Rodríguez López, S. & Carmenate Moreno, M.M. Associations between meal intake behaviour and abdominal obesity in Spanish adults. *Appetite*. **92**, 1-6 (2015).
- III. Keller, K., Rodríguez López, S. & Carmenate Moreno, M.M. Associations between meal intake behaviour and blood pressure in Spanish adults. *Nutr. Hosp.* Aceptado el 27/11/2016.

## Abreviaturas

CC	Circunferencia de cintura
CRIAs	Conductas relacionadas con la ingesta de alimentos
ECVs	Enfermedades cardiovasculares
FR	Factores de riesgo
HICAs	Hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos
IC	Intervalo de confianza
IMC	Índice de Masa Corporal
OA	Obesidad abdominal
OR	Odds ratio
TA	Tensión arterial
TAS	Tensión arterial sistólica
TAD	Tensión arterial diastólica



# Índice

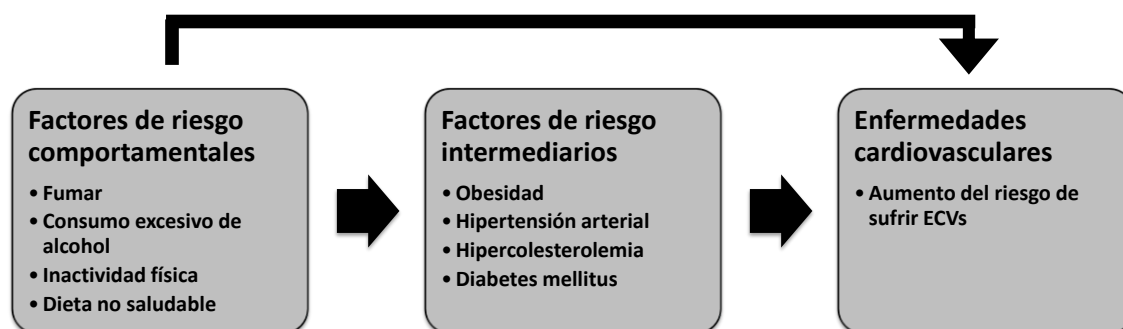
<b>Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>5</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>Lista de publicaciones.....</b>	<b>9</b>
<b>Abreviaturas.....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>15</b>
1.1 Las enfermedades cardiovasculares .....	15
1.2 La investigación de la dieta en la prevención de ECVs.....	16
1.3 La determinación de ingesta, comida y picoteo .....	17
1.4 El estado de la investigación actual sobre las CRIAs estudiadas.....	19
1.5 La obesidad y su rol en las relaciones entre CRIAs y otros FR de ECVs.....	21
1.6 Las nuevas aportaciones de este trabajo a la investigación de las relaciones entre CRIAs y las ECVs.....	22
<b>Objetivos.....</b>	<b>25</b>
<b>Material y Métodos .....</b>	<b>27</b>
2.1 Recogida de datos .....	27
2.2 Muestra.....	29
2.3 Análisis estadístico .....	29
2.4 Modelos de mediaciones simples .....	30
<b>Resultados.....</b>	<b>33</b>
3.1 La realización de la comida de media mañana .....	33
3.2 La realización de la merienda.....	33
3.3 Picar entre comidas.....	36
3.4 Modelos de mediaciones simples .....	36
<b>Discusión.....</b>	<b>39</b>
4.1 La frecuencia de las CRIAs estudiadas .....	39
4.2 La realización de la ingesta de la media mañana.....	40
4.3 La realización de la merienda.....	41
4.4 El hecho de picar entre las comidas.....	44
4.5 La CC como mediador de las relaciones entre CRIAs y TA.....	45
4.6 Implicaciones y direcciones futuras .....	46
<b>Conclusiones .....</b>	<b>50</b>

<b>Conclusions</b> .....	52
<b>Artículos originales</b> .....	55
5.1      Artículo I .....	55
Associations between food consumption habits with meal intake behaviour in Spanish adults.	
5.2      Artículo II .....	62
Associations between meal intake behaviour and abdominal obesity in Spanish adults.	
5.2      Artículo II .....	70
Associations between meal intake behaviour and <i>blood pressure</i> in Spanish adults.	
<b>Bibliografía</b> .....	95

# Introducción

## 1.1 Las enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares (ECVs) representan un conjunto de trastornos de los vasos sanguíneos y del corazón que se manifiestan en eventos tales como ataques cardíacos o accidentes cerebrovasculares (1). La condición clínica subyacente de la mayoría de las ECVs es la arterosclerosis, que consiste en una inflamación crónica del endotelio de las paredes de las arterias provocado por el almacenamiento de lipoproteínas Apo-B. Los depósitos de grasa formada de esta manera, pueden obstruir estos vasos sanguíneos impidiendo la fluidez de la sangre hacia el corazón o el cerebro. Dado que la arterosclerosis puede afectar a cualquier arteria se le reconoce como una enfermedad omnipresente, pero lo realmente grave es su desarrollo silencioso durante el transcurso de toda la vida y su inicio a edades muy tempranas. Sin embargo, los primeros síntomas se manifiestan, por lo general, a una edad elevada y en un estado avanzado de la enfermedad (1,2). La prevención de las ECVs, por lo tanto, es de gran relevancia, sobre todo teniendo en cuenta que representan la primera causa de mortalidad en el mundo (2), en el caso de España, el 30,1 % de todas las defunciones registradas en 2013 se achacaron a las ECVs, representando la primera causa de muerte en las mujeres y la segunda en los hombres (3).



**Figura 1** Modelo de los principales factores de riesgo causantes de las ECVs

La prevención y el tratamiento de las ECVs se concentran en sus principales factores de riesgo (FR). En concordancia con las últimas declaraciones de la OMS (2), se puede suponer el siguiente modelo sobre las causas de las ECVs (Figura 1). Los FR comportamentales, reflejados por un estilo de vida nocivo, caracterizado por diversos comportamientos no cardiosaludables tales como el consumo de tabaco y de elevadas cantidades de alcohol, el sedentarismo o inactividad física y/o una dieta poco saludable, con el tiempo se manifestaran en los FR intermediarios, los

cuales incluyen la obesidad, la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia y la diabetes mellitus y son indicadores de un riesgo elevado de sufrir ECVs, dado que ya son reflejos de daños en el sistema cardiovascular.

En este sentido, los FR comportamentales juegan un papel importante en el tratamiento efectivo de las ECVs, detectarlos puede inhibir la aparición de los FR intermediarios y modificarlos puede prevenir eventos cardiovasculares. Por lo tanto, son la base fundamental de la prevención primordial, pero igualmente forman parte de la prevención primaria (4). De este manera, una dieta cardiosaludable es una de las estrategias más importantes para evitar y modificar un FR intermediario (1). Además, cabe destacar que la dieta desempeña un papel fundamental en la prevención de las ECVs, no sólo por su contribución en el desarrollo de la mayoría de los FR intermediarios, sino también por su efecto directo sobre las ECVs independientemente de otras causas (1,5).

## **1.2 La investigación de la dieta en la prevención de ECVs**

Tradicionalmente, el estudio de la relación entre dieta y salud se ha concentrado principalmente en nutrientes o alimentos aislados. Los resultados obtenidos son en parte contradictorios y han dado lugar a diversas recomendaciones a lo largo de los años (6). Parece ser que un análisis tan reducido como es la investigación de nutrientes y alimentos por separado genera diversas limitaciones (7,8). En primer lugar, los nutrientes y alimentos son consumidos conjuntamente en las diversas ocasiones de ingesta, por lo tanto, las interacciones entre ellos son las que en último término condicionan una buena salud, un ejemplo claro es la mejor absorción de las vitaminas liposolubles en presencia de grasas. En segundo lugar, el impacto de un solo nutriente o alimento podría ser demasiado pequeño para ser detectado. Al igual que los alimentos y los nutrientes podrían estar relacionados entre ellos haciendo prácticamente imposible investigar sus efectos sobre la salud por separado, ya que las intercorrelaciones causan colinealidad en los análisis estadísticos. Ello se ha visto, por ejemplo, en los estudios de la relación entre varios minerales como potasio y magnesio y la prevención de la tensión arterial (TA) (7).

Como consecuencia de estas limitaciones, se comenzó a estudiar patrones de alimentación como la Dieta Mediterránea, la Nueva Dieta Nórdica u otros patrones tradicionales de diversos países (7,9–11), y del mismo modo, hábitos alimentarios como son las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos (CRIAs) (8,12–14). Tales enfoques, al parecer, captan mejor las relaciones entre dieta y salud ya que reúnen la ingesta de diversos alimentos y nutrientes. De esa forma examinan las interacciones entre los nutrientes y alimentos además de su efecto en conjunto, contrarrestando así las limitaciones mencionadas anteriormente. Por ello, se espera

que estos comportamientos alimenticios sean capaces de añadir nuevos conocimientos a la relación entre dieta y salud (7,8). En este contexto, la investigación de los comportamientos y su contribución a las ECVs debe concentrarse en al menos dos enfoques concretos: primero, su contribución a una dieta sana, es decir, si mejora el balance energético, la ingesta de nutrientes y alimentos y, consecuentemente, la calidad de la dieta. Y segundo, su capacidad de prevenir o desarrollar ECVs, reflejados en sus relaciones con los FR intermediarios.

En este sentido, el presente estudio se centra en la investigación de las CRIAs que representan un conjunto de comportamientos que determinan no tanto el qué, sino el cómo se consumen los alimentos. Dichas conductas son diversas dado que describen circunstancias que definen o acompañan la ingesta. Las más investigadas, hasta ahora, son la frecuencia del consumo de alimentos (número de ingestas diarias), el tipo de ingesta (comida vs. picoteo), ingestas específicas como el desayuno y la cena, así como el dónde (en casa vs. fuera) y la hora (regular vs. irregular) de la misma (12). Pero las CRIAs incluyen también detalles como por ejemplo, si la ingesta se realiza sentado o de pie, con tiempo o con prisa, solo o en compañía, frente a la televisión o no, además de las bebidas que acompañan las comidas (15,16).

Sin embargo, las evidencias sobre las relaciones entre CRIAs y la salud, son en parte escasas en caso de varios FR de ECVs y sobre todo inconsistentes (12,14). Esto último se atribuye, según Mesa et al. (12), a la aplicación de diversas definiciones para las mismas conductas. Por ejemplo, no existe una definición uniforme sobre en qué consiste una ingesta, como así tampoco de una diferenciación clara entre dos diferentes tipos de consumo: comida y picoteo. En consecuencia, la aplicación práctica de los resultados, su interpretación y comparación entre ellos está limitado (8,17,18). Esto hace que uno de los mayores retos en la investigación de las CRIAs sea el desarrollo de definiciones concretas (19) y la evaluación de conductas más precisas.

### **1.3 La determinación de ingesta, comida y picoteo**

La realización de la ingesta, es decir, la incorporación de alimentos, depende de varios factores como la hora a la que se realice, las preferencias personales y la cultura (20,21). El estudio de la ingesta está marcada por el contraste entre la percepción subjetiva de cada individuo y la supuesta medición objetiva de la ingesta (19). El primero refleja aspectos personales y culturales, pero la validez de preguntas como “¿Cuántas ingestas diarias realizas normalmente?”(22) o “¿En qué momentos del día comes algo? (23) no está garantizada. El segundo, es decir, definir una ingesta según mediciones objetivas – estudiando diarios dietéticos o recordatorios de 24 horas – está expuesto al sesgo del propio investigador (24). Él decide el intervalo que tiene que transcurrir entre dos consumos para diferenciarlos, las calorías mínimas

que tiene que representar la ingesta, la inclusión o exclusión de bebidas, etc. Por lo tanto, la decisión sobre lo que es una ingesta está sujeta a la subjetividad del investigador. En este sentido, Murakami et al. (19) mostraron que la relación entre número de ingestas diarias y obesidad cambia según la definición utilizada.

Otra limitación es que la ingesta alimentaria incluye las comidas pero también el picoteo en su definición. Es decir, el número de ingestas diarias reúne el número de comidas y el número de picoteos. Sin embargo, se supone que diferenciar entre los dos tipos de ingesta podría contribuir a obtener resultados más concretos por diversas razones: tanto la cantidad como la calidad de los alimentos consumidos podría variar en función de si la ingesta es percibida como comida o como picoteo (15,16). De forma similar, varios estudios han mostrado que la cantidad consumida en el siguiente momento alimentario varía según la percepción del tipo de ingesta realizada anteriormente (21,25,26). Finalmente, las comidas al contrario que los picoteos, suelen ser tomadas a horas fijas y este hecho podría ser un factor de protección contra las ECVs, ya que algunos estudios han observado que comer con irregularidad se asocia con el síndrome metabólico (27,28).

La distinción entre picoteo y comida es igualmente controvertida y no se realiza de forma homogénea (21). Generalmente, se considera como comidas: el desayuno, la comida al mediodía y la cena, resumiéndose el resto de las ingestas como picoteo (29), pero pareciera que esto es un enfoque muy reducido, dado que en diferentes poblaciones y culturas esto no corresponde con la realidad, ya que existen ingestas, aparte de las tres comidas principales, que son estructuradas, tomadas con regularidad y en las que se utilizan alimentos típicos para la ocasión y por ello deberían ser consideradas como una comida (20). Sin embargo, picar entre horas se define más bien por pequeñas cantidades de alimentos con un alto contenido de energía, tomados de manera desestructurada e irregularmente a cualquier hora a lo largo del día (20,21,30).

La falta de concordancia en la determinación del número de ingestas, comidas y picoteos y, consecuentemente, sus resultados inconsistentes, llevan al reclamo de definiciones más precisas que permitan la comparación e interpretación de los resultados. No obstante, sería conveniente investigar CRIAs más concretas, como comidas específicas de cada población o el mero hecho de picar entre comidas, antes que su frecuencia. No solo se omite así la problemática que presenta el establecimiento del número de ingestas, comidas y picoteos, sino además los resultados podrían ser convertidos en recomendaciones y consejos dietéticos más directos y prácticos, contribuyendo así a mejorar el cumplimiento de las pautas dietéticas aconsejadas.

## 1.4 El estado de la investigación actual sobre las CRIAs estudiadas

La investigación sobre pequeñas pero estructuradas comidas típicas de cada población, así como el hecho de picar entre las comidas, podría aportar nuevos conocimientos sobre cómo la dieta interviene en la salud. No obstante, estas CRIAs no están lo suficientemente investigadas por diversas razones, una de ellas es que existen diferentes patrones de ingesta en cada país y la percepción de una ingesta como una comida depende de cada población/cultura (20,21), por lo tanto, no en todas las culturas son comunes las mismas comidas secundarias. Otra razón es que las demás ocasiones de ingesta, aparte de las tres comidas principales, son examinadas en conjunto sin diferenciar entre los dos tipos de ingesta, consecuentemente, se mezclan nuevamente comidas con picoteo, no tomándose en cuenta la percepción de las personas y dificultando así la obtención de resultados concretos.

En España, tradicionalmente se llevan a cabo hasta cinco comidas al día: el desayuno, la media mañana, la comida, la merienda y la cena (13,31). La comida de la media mañana y la merienda son realizadas generalmente entre el desayuno y la comida o entre la comida y la cena. En este sentido, Mesas et al. (12) observaron que el 82,7% de la población española de 18 y más años, realizan la comida de la media mañana y/o la merienda. Mientras que Bes Rastrollo et al. (30) demostraron en una submuestra de una cohorte española, que la gran mayoría de estas personas no consideraron la merienda como picotear. Asimismo, definieron picar entre comidas más bien como ingestas no estructuradas en las cuales se come irregularmente pequeñas cantidades de chocolates, golosinas etc. Los resultados que, de manera directa o indirecta, han investigado comidas adicionales a las tres comidas principales o el hecho de picar entre comidas, pueden ofrecer una idea sobre cómo las comidas secundarias típicas de España y el picoteo podrían contribuir a factores asociados a las enfermedades cardiovasculares.

En este sentido, es importante conocer la aportación que tienen las comidas secundarias y el hecho de picar entre comidas sobre la calidad de la dieta. Bes-Rastrollo et al. (30) observaron que los sujetos que regularmente pican entre comidas presentaron una mayor ingesta de energía, además de grasas saturadas, mono-insaturadas y poli-insaturadas, junto a un elevado consumo de bollería industrial y de bebidas azucaradas. Ya que se trata del mismo estudio que mostró que los participantes españoles no relacionan picar entre comidas con merendar sino con el consumo de *snack-food*, se podría suponer que es realmente esta conducta la que ha disminuido la calidad de la dieta. Por el contrario, Kerver et al. (41), investigando adultos estadounidenses, encontraron que tomar las tres comidas principales así como uno o dos picoteos aumenta la ingesta de diversos micronutrientes, en comparación con los que tenían

otros patrones de ingesta como por ejemplo las tres comidas principales. Igualmente, Murakami et al (24), encontraron que el número de las comidas y picoteos estuvieron relacionadas con una mejor calidad de la dieta. Aunque en ambos estudios las ingestas fueron clasificadas por los propios participantes, no existían etiquetas para nombrar otras comidas que no fueran las tres comidas principales. Esto significa que los picoteos en ambas investigaciones podrían representar no sólo picar entre comidas, sino también comidas secundarias. La contradicción entre los resultados demuestra una vez más la importancia que posee diferenciar las comidas secundarias regulares de los picoteos para conocer la contribución real de éstos últimos a la dieta.

En el caso de la obesidad, sólo se ha encontrado, hasta la fecha, una investigación que tuvo en cuenta la media mañana y la merienda (32). En esta se investigaron las cinco comidas típicas españolas y su asociación con la grasa abdominal y total en adolescentes. Se observó que la circunferencia de cintura (CC) así como la suma de seis pliegues cutáneos fueron menores en los adolescentes que tomaron la comida de la media mañana y la merienda, aunque el ajuste por factores de confusión fue escaso. Igualmente, sólo se ha localizado un estudio que investigó picar entre las comidas regulares de manera similar a la definición utilizada en el presente estudio. Se trata del trabajo de Bes Rastrollo et al. (30), ya citado anteriormente, y que observaron que tomar algo entre las comidas podría aumentar el riesgo de ganar peso. A partir de estos pocos resultados se podría suponer que las dos comidas secundarias típicas en España, tienen un papel en la prevención de la obesidad, mientras que el hecho de picar entre comidas más bien sería una conducta que lleva a su desarrollo.

Por otra parte, los estudios que investigaron las asociaciones con otros FR de ECV, aparte de la obesidad, son, según consta hasta el momento, prácticamente inexistentes en el caso de las comidas específicas, así como también son escasos los trabajos que consideran el número de ingestas diarias (22,23,29,33–39). Uno de ellos investigó adicionalmente el número de comidas y de picoteos por separado (29), encontrando que solamente picotear mostró asociaciones negativas con la TA. Sin embargo, se definieron como comidas sólo el desayuno, la comida y la cena, por lo tanto, las ingestas que podrían haber contribuido a la asociación fueron comidas secundarias y/o picoteos. Por otra parte se encontró sólo un estudio que evaluó el hecho de picar entre comidas (40) y en el cual no se observaron asociaciones con la TA, Por lo que, sería importante averiguar las aportaciones concretas de cada tipo de ingesta diferenciándolas entre ellas.

En resumen, los pocos estudios que han investigado comidas secundarias y el hecho de picar entre comidas y su relación con la calidad de la dieta y FR de ECVs son escasos o inexistentes.



Por lo tanto, su investigación es de utilidad ya que los pocos resultados indican que las comidas secundarias y el hecho de picar entre comidas, aparte de su frecuencia, podrían tener diferentes papeles en la prevención de ECVs.

## **1.5 La obesidad y su rol en las relaciones entre CRIAs y otros FR de ECVs**

La aparición en conjunto de dos o tres FR intermediarios, permite suponer la existencia de diversas interacciones entre ellos (1). Un ejemplo claro es el de la obesidad, cuyas relaciones con otros FR de ECVs como la hipertensión, la hiperglucemia y la hiperlipidemia son conocidas e intensivamente investigadas. Aunque las rutas metabólicas son discutidas y no conocidas por completo (42), las mediciones como el Índice de Masa Corporal (IMC), la CC o el Índice cintura/cadera son utilizados en la detección de otros FR intermediarios de ECVs (43). No obstante, el impacto que tiene la obesidad sobre las ECVs depende del tejido adiposo donde se almacena la grasa. Muchos estudios han proporcionado evidencia sólida de que la acumulación de grasa intra-abdominal, es decir, alrededor de la cintura pero no en el tejido subcutáneo, está asociada con un mayor riesgo para la salud (43). En consecuencia, la CC en lugar del IMC, parece ser un mejor discriminador de diversos FR de ECVs (44).

En este sentido, no es de sorprender que diversas relaciones entre el número de ingestas diarias y otros FR de ECVs, parecen ser intermediados por la adiposidad (29,37–39). A pesar de que, como ya se ha comentado anteriormente, esta CRIA presenta varias limitaciones, de su investigación surgen valiosas pistas para el estudio de las CRIAs investigadas. Por ejemplo, Kim et al.(29) observaron una asociación inversa entre el número de ingestas diarias y la hipertensión en pacientes con obesidad abdominal (OA), pero no en sujetos con una CC normal. Otro estudio, en niños italianos, encontró una asociación inversa entre el número de ingestas diarias y la TA, que perdió significancia después de ajustar por el IMC (45). Este estudio es de especial interés dado que las ingestas entre las cuales los sujetos podían elegir incluyeron la comida de la media mañana y la merienda, aunque etiquetadas como picoteo.

En consecuencia, al investigar la relación entre CRIAs y otros FR de ECVs, es imprescindible considerar la obesidad además de como un FR también como un factor de confusión. Aunque su papel como mediador en dichas relaciones no está suficientemente investigado, es muy probable que represente uno de los mecanismos subyacentes de cómo diversas conductas se relacionan con otros FR de ECVs. Para comprender mejor este nexo pueden utilizarse modelos de mediaciones simples. Esta herramienta permite el análisis de diversas vías de relación entre dos variables y por lo tanto es capaz de diferenciar entre las asociaciones directas e indirectas.

Aunque estos modelos son conocidos en varias áreas científicas como las sociales, económicas, etc., están menos aplicados en los estudios de salud.

## **1.6 Las nuevas aportaciones de este trabajo a la investigación de las relaciones entre CRIAs y las ECVs**

Es de gran interés comprender las relaciones entre dieta y las ECVs dado que representan el mayor reto sanitario de esta época debido a su alta mortalidad a nivel mundial (2). El estudio de la relación entre dieta y salud ha cambiado desde una orientación básica, es decir, evaluando los nutrientes y alimentos por separado, hacia la investigación de hábitos alimenticios como las CRIAs. Una de las conductas más investigadas en este sentido es el número de ingestas diarias, pero la heterogeneidad en su estimación y la inclusión de otras conductas en su definición complican la producción de resultados concretos. Por eso, el presente trabajo profundiza en el estudio de CRIAs más específicas como la realización de las comidas secundarias típicas en la población española y el simple hecho de picar entre las comidas. Se presume de su importancia para aclarar la relación entre la dieta y la salud a partir de los escasos resultados de estudios que investigaron por separado los diferentes tipos de ingesta.

En el presente trabajo se intenta enfocar al menos dos líneas de investigación importantes para determinar la contribución de las CRIAs – tomar la comida de la media mañana y la merienda y el hecho de picar entre comidas – a la prevención de las ECVs. Por un lado, se estudian sus asociaciones con la calidad de la dieta y por otro lado sus relaciones con FR intermediarios de las ECVs como la OA y la TA elevada. Con este fin, fueron elaborados y publicados tres artículos científicos que representan la base de esta Tesis. Para ello se utilizó una muestra de adultos españoles de cuatro ciudades: Madrid, La Palma, Sevilla y Valencia, cuyos datos transversales fueron recogidos durante distintos eventos de prevención en salud en el año 2008.

El artículo I (5.1) evalúa como diversas CRIAs se asocian con la dieta, investigando hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos (HICAs). En este contexto, se examinan hábitos beneficiosos como el consumo recomendado de frutas, verduras y leche y sus derivados (46–51) y al mismo tiempo hábitos nocivos como el consumo regular de alimentos salados, ricos en grasa y precocinados (1,52,53). Este enfoque permite determinar cuáles de las CRIAs estudiadas deben ser realizadas y cuáles deben ser evitadas para mantener una dieta sana. Realizar hábitos saludables ayuda a evitar enfermedades relacionadas con la dieta y por eso los resultados podrían tener relevancia en la prevención de las ECVs. Al mismo tiempo, se ha observado que la efectividad de los programas de intervención para fomentar hábitos alimenticios saludables son en parte insuficientes (54,55). Cabe suponer que la inclusión de conductas que aportan una

mejora de la dieta podría ser una manera para optimizar el cumplimiento de las recomendaciones.

El artículo II (5.2) examina la contribución de las CRIAs investigadas sobre el riesgo de presentar OA. Se elige este FR y no la obesidad general ya que se ha demostrado que no es la acumulación de grasa en sí, sino su distribución en el cuerpo lo que implica un mayor riesgo para las ECVs (43). No obstante, la OA ha sido escasamente investigada en relación con las CRIAs analizadas en este trabajo. En este contexto, la iniciativa de investigar CRIAs más concretas se ve respaldada en los resultados contradictorios observados en los estudios que examinan la asociación entre el número de ingestas alimentarias y el IMC (13,14) y la CC (19,56). Como mostró Murakami et al. (19) esto se podría atribuir en parte a las diferencias en la valoración del número de ingestas. Además, existe un estudio (57) cuyos resultados sugieren que una dieta alta en alimentos considerados como picoteo se asoció con un aumento de la CC después de cinco años. Por estas razones, la investigación de CRIAs más específicas en comparación con el número de ingestas diarias, podría aportar nuevos conocimientos sobre la contribución de las conductas a las ECVs.

El artículo III (5.3) estudia las asociaciones entre las CRIAs investigadas y la TA. Según la Encuesta Europea de Salud, en España la hipertensión arterial fue la enfermedad crónica más diagnosticada en el año 2014 (58). Como FR intermediario de las ECVs su prevención es de gran relevancia. Sin embargo, la investigación de la relación entre la TA y el número de ingestas alimentarias es escasa (22,29,33,36–39), mientras parece ser inexistente para las CRIAs investigadas en este trabajo. Por lo tanto, los resultados que se obtienen en el presente estudio podrían tener utilidad para prevenir la hipertensión. Por otra parte, se ha observado que dichas relaciones podrían ser mediadas por la obesidad. En varios estudios se observaron atenuaciones en las asociaciones entre número de ingesta y TA (29,37,39) cuando se ajustó por ella. El análisis estadístico aplicado en el artículo III (5.3) utiliza modelos de la regresión simple para comprobar si esto también sucede en las asociaciones entre las CRIAs investigadas y la TA.

De hecho, la presente Tesis pretende profundizar en el rol de este factor de confusión como mediador de las asociaciones entre CRIAs y TA. Para ello, se desarrollaron modelos de mediaciones simples (59). Este análisis permite evaluar significativamente si la CC forma parte de una vía indirecta de estas asociaciones, evidenciando por tanto, un posible mecanismo subyacente. Con ello se aporta una posible explicación sobre cómo las conductas contribuyen a la TA elevada. Estos resultados, que no forman parte de los artículos ya publicados, se explican con mayor profundidad en esta Tesis.

## Objetivos

Las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos representan aspectos de la dieta que podrían contribuir a las enfermedades cardiovasculares, por lo que existe un especial interés en conocer cuáles favorecen el desarrollo de estas enfermedades y cuáles benefician su prevención. Para comprobar la hipótesis de esta Tesis, que plantea que las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos – comida de la media mañana y la merienda – contribuyen a la prevención de las enfermedades cardiovasculares, mientras que picar entre las comidas regulares a su desarrollo, se define como objetivo general: identificar el modo en que estas conductas relacionadas con la ingesta de alimentos, hasta ahora poco estudiadas, actúan sobre diferentes factores de las enfermedades cardiovasculares, y como objetivos específicos:

1. Estimar cómo diversos hábitos se asocian con las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos. Tanto los hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos beneficiosos tales como el consumo recomendado de frutas, verduras y leche y sus derivados, como los nocivos representados por el consumo regular de alimentos salados, ricos en grasa y precocinados.
2. Determinar las asociaciones entre las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos y los factores de riesgo intermediarios de enfermedades cardiovasculares como la obesidad abdominal y la tensión arterial elevada.
3. Analizar la circunferencia de cintura como posible mediador de las asociaciones entre las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos y la tensión arterial, para así determinar un posible mecanismo subyacente de cómo las conductas contribuyen a las enfermedades cardiovasculares.

# Material y Métodos

## 2.1 Recogida de datos

Los datos de este estudio transversal proceden de los eventos de prevención de salud organizados por la Fundación Española del Corazón y la Sociedad Española de Cardiología celebrados cada año en diversas ciudades de España. Con el propósito de concienciar sobre las ECVs, se ofrece a los participantes un examen físico para revelar la existencia de FR de ECVs. Éste fue realizado por investigadores de la Comisión Docente de Antropología Física de la Universidad Autónoma de Madrid capacitados para tal fin. La información obtenida fue cedida por la Fundación Española del Corazón a los citados investigadores para su análisis.

Se obtuvieron datos demográficos (sexo, edad y ocupación) y hábitos alimenticios como: la realización de comidas, el hecho de picar entre horas, el consumo de raciones de cinco grupos de alimentos, hábitos alimentarios nocivos y el tipo de bebida consumida durante las comidas. Adicionalmente, se realizaron preguntas sobre el estilo de vida como el hecho de fumar, de beber alcohol y la realización de actividad física.

Durante el examen físico se realizó, en primer lugar, la medida de la TA (mmHg), para después obtener datos antropométricos como la estatura (cm), el peso corporal (kg) y la CC (cm). Por último, se midió el colesterol (mg/dL) utilizando el medidor GCT Accutrend que examina una muestra de sangre obtenida a través de una punción digital. Sin embargo, este dato no fue analizado en el presente estudio debido a las limitaciones que presentan el equipo y el proceso de recogida de la muestra de sangre (60).

La presente Tesis se centra en el estudio de las siguientes CRIAs: la realización de la comida de media mañana y la merienda, así como picar entre horas. Dichos momentos de ingesta de alimentos se determinaron a partir de las preguntas: “¿Cuántas comidas realiza a lo largo del día?” y “¿Pica entre horas?”. Cada comida se determinó por separado, teniendo las opciones de contestar sí o no respetando el orden de su supuesta realización durante el día. Este procedimiento implicó que la determinación de las ingestas diarias fuera sumamente subjetiva ya que las preguntas comprueban la percepción de cada participante. Dado que se trata de CRIAs tradicionales del país de recogida, puede suponerse que las respuestas manifiestan fielmente la realidad y además facilitan la capacidad de diferenciar entre las comidas secundarias y picar entre comidas, como se ha observado en el estudio de Bes Rastrollo et al. (30).

**Tabla 1** Muestreo y análisis estadístico de los diferentes estudios

Estudio	Participantes	Edad (años) $\bar{X} \pm DS$	Método estadístico	Principales variables dependientes	Variables independientes
I*	n=1332 488 hombres 844 mujeres	57.9±14.9	Regresión logística (2 Modelos)	Consumo habitual de alimentos •Salados •Ricos en grasa •Precocinados Consumo de dos o más raciones de •Fruta •Verdura •Leche y su derivados	La comida de la media mañana La merienda Picar entre las comidas regulares Bebidas durante las comidas •Agua •Refrescos
II**	n=1314 483 hombres 831 mujeres	57.8±14.9	Regresión logística (5 Modelos)	Obesidad abdominal	La comida de la media mañana La merienda Picar entre las comidas regulares
III***	n=1314 483 hombres 831 mujeres	57.8±14.9	Regresión lineal múltiple (4 Modelos)	Tensión arterial sistólica Tensión arterial diastólica	La comida de la media mañana La merienda Picar entre las comidas regulares Realización de las comidas principales
IV****	n=1314 483 hombres 831 mujeres	57.8±14.9	Modelos de mediaciones simples <u>Mediador:</u> Circunferencia de cintura	Tensión arterial sistólica Tensión arterial diastólica	La comida de la media mañana La merienda Picar entre las comidas regulares

\* *Associations between food consumption habits with meal intake behaviour in Spanish adults* (5.1)

\*\* *Association between meal intake behaviour and abdominal obesity in Spanish adults* (5.2)

\*\*\* *Association between meal intake behaviour and blood pressure among Spanish adults* (5.3)

\*\*\*\* Evidencia de mediaciones por la circunferencia de cintura en las asociaciones entre conductas relacionadas con la ingesta de alimentos y la tensión arterial

## 2.2 Muestra

En el año 2008 se recogieron los datos de 1501 personas de entre 20 y 79 años procedentes de cuatro ciudades: Madrid (n=709), Las Palmas (n=205), Sevilla (n=272) y Valencia (n=315). La muestra está constituida por un mayor número de mujeres (63.8% en comparación con 36.2% hombres) y también de personas mayores (promedio de edad de  $58.0 \pm 14.7$  años). Teniendo en cuenta que la colaboración en el estudio fue voluntaria, la composición de la muestra puede deberse a una participación más elevada de sectores de la población que presentan mayor preocupación por su salud. Las muestras finales utilizadas en cada artículo, se presentan en la Tabla 1 donde también se puede consultar el método estadístico y las principales variables utilizadas. En los correspondientes artículos se profundizó en la metodología propia y el uso de cada variable para el cumplimiento de los objetivos específicos. Sin embargo, los métodos utilizados durante el análisis de los modelos de mediaciones simples se explicarán con más detalle en los siguientes apartados, dado que se trata de resultados no publicados con anterioridad.

## 2.3 Análisis estadístico

En cada artículo el análisis estadístico se realizó siguiendo pautas semejantes. Primero se ejecutó una estadística descriptiva, distribuyendo la muestra por sexo en el artículo I (5.1), por sexo y el hecho de tener OA en el artículo II (5.2) y según las CRIAs investigadas en el artículo III (5.3). Los test estadísticos aplicados para este propósito fueron la prueba t de Student y ANOVA o sus equivalentes test en casos de variables continuas no paramétricas (prueba U de Mann-Whitney y de Kruskal-Wallis). Este hecho se comprobó con el test de Kolmogórov-Smirnov. Además se utilizó la prueba de  $\chi^2$  cuando se analizaron variables categóricas.

En segundo lugar, se exploraron las relaciones de las variables dependientes principales (artículos I, II y III (5.1, 5.2 y 5.3) y de las CRIAs investigadas (artículo II (5.2)) con los factores de confusión. Incluir dichos análisis en los artículos, aunque no formaron parte de los objetivos, se debe a que la información obtenida podría explicar diversos aspectos de los resultados principales.

Por último, se realizaron análisis para establecer las relaciones de las CRIAs con los HICAs – el consumo recomendado de leche y sus derivados, frutas y verduras y el consumo regular de alimentos salados, ricos en grasa y precocinados – la OA y la TA. Para ello se utilizaron regresiones logísticas en los dos primeros artículos (I y II (5.1 y 5.2)) y una regresión lineal múltiple en el artículo III (5.3). En general, los análisis fueron ajustados por diversos factores de

confusión que incluyeron el sexo, la edad y el estilo de vida representado por el hecho de fumar, el consumo de bebidas alcohólicas y la actividad física en el tiempo de ocio. En particular, las regresiones principales fueron ajustadas por el IMC en el artículo I (5.1) y por el hecho de haber realizado las tres comidas principales en el artículo II (5.2), mientras que se introdujeron en el artículo III (5.3) todas las CRIAs investigadas juntas en cada regresión para así ajustar entre ellas.

Adicionalmente, se utilizaron modelos de ajuste para observar posibles atenuaciones en las asociaciones descritas, provocadas por los factores de confusión como la dieta y el estado nutricional. Para ello, se utilizaron en el primer artículo (artículo I (5.1)) dos modelos, introduciendo adicionalmente los HICAs que no eran considerados variables dependientes para así ajustar además por aspectos de la dieta. Con el mismo propósito, se crearon para el artículo II y III (5.2 y 5.3) dos variables que representaban el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables. En este sentido, se introdujeron en el artículo II (5.2) el IMC y los dos indicadores sobre aspectos dietéticos por separado, para finalmente ajustar por todas las variables confusoras. De manera similar, los modelos utilizados en el tercer artículo (5.3) se ajustaron adicionalmente por aspectos dietéticos y la CC.

Los resultados fueron representados mediante los odds ratios (OR) o sus coeficientes de regresión, dependiendo del tipo de regresión utilizado, junto con sus intervalos de confianza (IC) del 95%. Para la realización de los análisis se utilizó el programa SPSS.

En el caso de los modelos de mediaciones simples, en cuyo análisis se profundiza a continuación, se utilizó el macro PROCESS de SPSS (59).

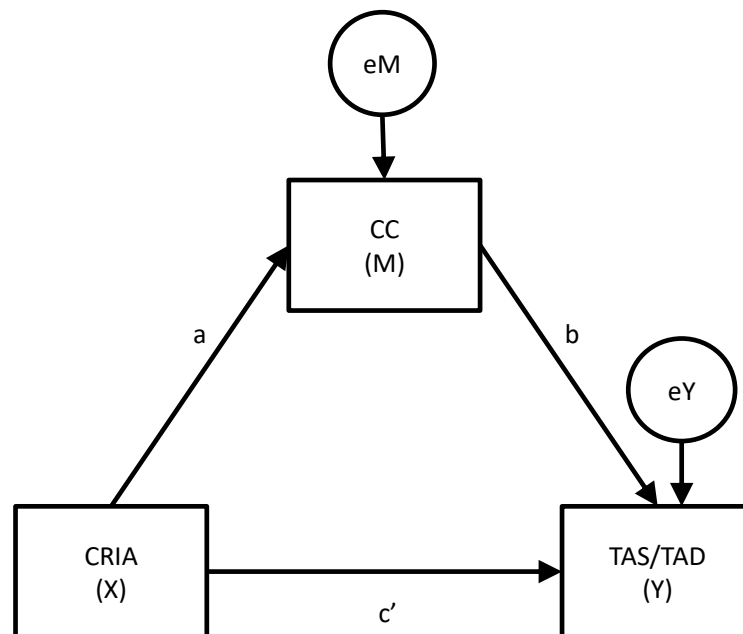
## **2.4 Modelos de mediaciones simples**

La asociación entre una variable independiente y una dependiente se compone por una vía de asociación directa, así como de diversas vías indirectas. El ajuste de un análisis por un factor de confusión permite evaluar la asociación directa entre dos variables. Sin embargo, existe interés en conocer la existencia de una asociación indirecta, es decir, el hecho de que dos variables se relacionan por la mediación de un factor de confusión, a fin de comprender cómo se asocian éstas, incluso si la asociación directa no persiste (59).

Un objetivo de la presente Tesis es evaluar la CC como posible mediador de las asociaciones entre las CRIAs y TA. De hecho, en otras investigaciones (29,45) se observó que estas relaciones parecían estar mediadas por la obesidad. El papel del mediador se muestra en el diagrama conceptual (Figura 2) que se basa en la suposición de que una CRIA puede asociarse de forma



directa a la TA pero, además está puede estar relacionada con una variación en la CC que a su vez se refleja en una variación en la TA. Es decir, las conductas pueden estar relacionadas por una vía directa con la TA y adicionalmente por una vía indirecta a través de un mediador como la CC.



**Figura 2:** Diagrama conceptual del modelo de mediaciones simples (59) estimando la asociación directa ( $c'$ ) entre CRIAs y TA y la asociación indirecta ( $axb$ ) mediada por la CC. La asociación total entre CRIA ( $x$ ) y TA ( $y$ ) está representada por la ecuación  $c=c'+axb$ .

CRIA – conducta relacionada con la ingesta de alimentos, CC – circunferencia de cintura, TAD – TA diastólica, TAS – TA sistólica;

M – variable mediadora, X – variable independiente, Y – variable dependiente;

a – coeficiente de la regresión de la asociación entre CRIA y CC, b – coeficiente de la regresión de la asociación entre CC y TAS/TAD,  $c'$  – coeficiente de la regresión de la asociación entre CRIA y TAS/TAD y e – Error.

El macro PROCESS de SPSS nos permite investigar ambos componentes de una asociación, tanto la vía directa como la indirecta. Por un lado, calcula los coeficientes de regresión que describen el nexo entre la relación directa, la indirecta y la total, dicho nexo está representado en la ecuación:  $c = c' + ab$ , donde, (c) refleja el coeficiente de la asociación total entre CRIAs y TA cuando no se ajuste por CC, (a) el coeficiente de la asociación entre CRIAs y CC, (b) el coeficiente de la asociación entre CC y TA y ( $c'$ ) el coeficiente de la asociación directa entre CRIAs y TA ajustado por CC, por lo tanto la asociación indirecta está expresada por la multiplicación de los coeficientes (a) y (b). Por otro lado, PROCESS calcula los intervalos de confianza que permiten

estimar la significancia de todas las asociaciones indirectas. Como ya se ha comentado anteriormente, con la realización de diversas regresiones se obtienen los coeficientes que explican los diferentes componentes de una relación. Sin embargo, no se puede establecer si la asociación indirecta es significativa, es decir, si la CC es un mediador significativo de la asociación entre las CRIAs y TA. Para comprobar esto, PROCESS aplica la técnica de *bootstrap*. Este método tiene su base en el remuestreo de la muestra original, remplazando por azar casos por repeticiones de otros casos. Las miles de nuevas muestras construidas de esta manera, representan la varianza inherente de la muestra original. De ellos se recalcula la estadística de interés, que en nuestro trabajo son los coeficientes de regresión (a) y (b) para obtener la asociación indirecta. Estas miles de asociaciones indirectas permiten entonces establecer los IC que demuestran la significación de la vía indirecta.

## Resultados

A continuación se resumen los principales resultados de los tres artículos sobre los que se basa esta Tesis. El artículo I (5.1) evalúa las asociaciones entre las CRIAs e HICAs, centrándose así en aspectos de la dieta que representan un FR comportamental de las ECVs. El artículo II (5.2) estudió la OA como un FR intermediario. Y por último, en el tercer artículo (III (5.3)) se examinaron las relaciones con la TA. Además, y como complemento de los artículos, se investigó la CC como mediador de las asociaciones entre las CRIAs y la TA. En la presente Tesis el enfoque se dirigirá hacia las CRIAs -la realización de la comida de media mañana y la merienda así como picar entre horas- resaltando la posible contribución de estas a las ECVs.

### 3.1 La realización de la comida de media mañana

Partiendo de la muestra del artículo II (5.2) de 1314 individuos, la comida de la media mañana fue realizada por el 36.8% de los participantes, encontrándose en las mujeres una frecuencia más elevada que en los hombres (39.2% vs. 32.7%,  $p<0,001$ ). Esta conducta muestra asociación con merendar (OR 5.42, IC95% 4.18-7.03) pero no con picar entre comidas (OR 1.16, IC95% 0.96-1.56) y tampoco con la realización de las tres comidas principales (OR 0.62, IC95% 0.37-1.06).

En la Tabla 2 se muestran las relaciones de la comida de la media mañana con los HICAs, la OA y la TA. Se observa que consumir la comida de la media mañana aumenta la probabilidad de consumir dos o más raciones de leche y sus derivados y de verduras, lo que representa un consumo recomendado de estos alimentos. Pero además se encontró una asociación positiva con el hábito de consumir regularmente alimentos salados, lo que representa un hábito nocivo. Por otra parte, la investigación de las relaciones con FR intermediarios reveló que esta CRIA no se asocia con la OA y tampoco con la TA.

### 3.2 La realización de la merienda

La merienda es consumida por el 45.5% de la muestra (Artículo II (5.2)), observándose una mayor frecuencia en las mujeres (52.0%) que en los hombres (34.4%) ( $p<0.05$ ). Como se ha visto también con la comida de la media mañana, merendar no se asoció con picar entre las comidas (OR 1.26, IC95% 0.94-1.69) o con la realización de las tres comidas principales (OR 0.61, IC95% 0.36-1.05). Sin embargo, sí mostró asociación con tomar algo a media mañana (OR 5.41, IC95% 4.17-7.01).

**Tabla 2** Posibles contribuciones de la realización de la comida de la media mañana a las ECVs evaluadas por las asociaciones con diversos HICAs, el riesgo de tener OA y la TA.

Variables dependientes	Media mañana <sup>a</sup>
	OR (95% IC)
Hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos <sup>b</sup>	
Consumo habitual de alimentos	
Ricos en grasa	0.87 (0.66-1.13)
Salados	1.46 (1.11-1.93)*
Precocinados	0.74 (0.50-1.07)
Consumo de dos o más raciones de	
Leche y sus derivados	1.94 (1.50-2.52)*
Fruta	1.35 (1.00-1.83)
Verdura	1.55 (1.21-1.98)*
Obesidad abdominal <sup>c</sup>	
Modelo 1	1.05 (0.81-1.37)
Modelo 2	0.93 (0.64-1.35)
Modelo 3	0.92 (0.63-1.34)
<b>Coeficiente <math>\beta</math> (95% IC)</b>	
Tensión arterial sistólica <sup>d</sup>	
Modelo 1	-1.62 (-4.10, 0.85)
Modelo 2	-1.65 (-4.06, 0.77)
Modelo 3	-1.43 (-3.88, 1.02)
Tensión arterial diastólica <sup>d</sup>	
Modelo 1	1.37 (-2.81, 0.08)
Modelo 2	-1.38 (-2.78, 0.20)
Modelo 3	-1.25 (-2.67, 0.17)

\* Asociaciones significativas  $p \leq 0.05$

<sup>a</sup> Categoría de referencia = no

<sup>b</sup> Regresión logística ajustada por edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, IMC y hábitos de consumo de alimentos que no eran considerados variables dependientes en el análisis.

<sup>c</sup> Regresión logística ajustada por: Modelo 1: edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, la ingesta de las tres comidas principales; Modelo 2: Modelo 1 y IMC; Modelo 3: Modelo 2 y el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables; el modelo 3 en el presente trabajo representa el modelo 5 en el correspondiente artículo (Artículo II (5.2)).

<sup>d</sup> Regresión lineal ajustada por: Modelo 1: edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, la ingesta de las tres comidas principales, picar entre las comidas, realización de la merienda; Modelo 2: Modelo 1 y CC; Modelo 3: Modelo 2 y el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables; el modelo 3 en el presente trabajo representa el modelo 4 en el correspondiente artículo (Artículo III (5.3)).

**Tabla 3** Posibles contribuciones de la merienda a las ECVs evaluadas por las asociaciones con diversos HICAs, el riesgo de tener OA y la TA.

Variables dependientes	Merienda <sup>a</sup>
	OR (95% IC)
Hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos <sup>b</sup>	
Consumo habitual de alimentos	
Ricos en grasa	0.78 (0.61-1.02)
Salados	1.26 (0.96-1.67)
Precocinados	1.31 (0.90-1.89)
Consumo de dos o más raciones de	
Leche y sus derivados	2.38 (1.85-3.06)*
Fruta	1.82 (1.35-2.46)*
Verdura	1.06 (0.83-1.35)
Obesidad abdominal <sup>c</sup>	
Modelo 1	0.64 (0.49-0.82)*
Modelo 2	0.58 (0.40-0.84)*
Modelo 3	0.60 (0.41-0.88)*
<b>Coeficiente <math>\beta</math> (95% IC)</b>	
Tensión arterial sistólica <sup>d</sup>	
Modelo 1	-3.91 (-6.33, -1.49)*
Modelo 2	-2.99 (-5.37, -0.62)*
Modelo 3	-2.83 (-5.25, -0.41)*
Tensión arterial diastólica <sup>d</sup>	
Modelo 1	-2.35 (-3.76, -0.94)*
Modelo 2	-1.77 (-3.15, -0.39)*
Modelo 3	-1.67 (-3.07, -0.27)*

\*Asociaciones significativas  $p \leq 0.05$

<sup>a</sup> Categoría de referencia = no

<sup>b</sup> Regresión logística ajustada por edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, IMC y hábitos de consumo de alimentos que no eran considerados variables dependientes en el análisis.

<sup>c</sup> Regresión logística ajustada por: Modelo 1: edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, la ingesta de las tres comidas principales; Modelo 2: Modelo 1 y IMC; Modelo 3: Modelo 2 y el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables; el modelo 3 en el presente trabajo representa el modelo 5 en el correspondiente artículo (Artículo II (5.2)).

<sup>d</sup> Regresión lineal ajustada por: Modelo 1: edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, la ingesta de las tres comidas principales, picar entre las comidas, realización de la comida de media mañana; Modelo 2: Modelo 1 y CC; Modelo 3: Modelo 2 y el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables; el modelo 3 en el presente trabajo representa el modelo 4 en el correspondiente artículo (Artículo III (5.3)).

Las asociaciones entre merendar y los HICAs, la OA y la TA se muestran en la Tabla 3. Se observan asociaciones con diferentes aspectos de la dieta. En aquellos que meriendan, la probabilidad de un consumo recomendado es más elevada para la leche y sus derivados y para las frutas. En la investigación de los FR intermediarios se observaron relaciones negativas con el riesgo de tener OA. Los resultados indican, además, una asociación directa con la TA independientemente de diversos factores de confusión, aunque el ajuste por modelos muestra una atenuación de la asociación con la introducción de la CC.

### **3.3 Picar entre comidas**

La frecuencia de picar entre comidas, según lo evaluado en la muestra del artículo II (5.2), es de un 25.0%. Al contrario de las dos comidas secundarias (la comida de la media mañana y la merienda), no se observa una diferencia significativa ( $p=0.115$ ) entre mujeres (26.5%) y hombres (22.6%). Por otra parte, no se encuentran asociaciones con la realización de la comida de la media mañana (OR 1.17, IC95% 0.88-1.57) ni con la merienda (OR 1.25, IC95% 0.93-1.68), ni tampoco con el hecho de haberse realizado las tres comidas principales (OR 0.96, IC95% 0.56-1.65).

En la Tabla 4 se presentan las relaciones entre picar entre comidas y los HICAs, la OA y la TA. Se encuentran resultados muy diferentes a los observados con las comidas secundarias, y en particular con el consumo de la merienda. En el caso de los HICAs, picar entre comidas se asocia a una mayor probabilidad de consumir habitualmente alimentos ricos en grasa y salados. Este resultado contrasta con los obtenidos en el análisis de la comida de la media mañana y la merienda, que no presentan relaciones con estos HICAs. Por otra parte, se observaron que picar entre comidas aumenta el riesgo de tener OA. No obstante, ajustando por el IMC, la relación ya no fue significativa. Por último, no se encontraron asociaciones con la TA.

### **3.4 Modelos de mediaciones simples**

En la Tabla 5 se detallan los resultados de los modelos de mediaciones simples, donde se investigó el rol de la CC en las relaciones de las CRIAs con la TA. El análisis revela que la asociación negativa entre realizar la merienda y la TA, no sólo ocurre de forma directa sino que además existe una asociación indirecta mediada por la CC. A pesar de que no se encontraron asociaciones directas entre picotear y la TA, se observa que la CC es el mediador de una asociación indirecta positiva. Por el contrario, el análisis no reflejó ninguna asociación indirecta entre la realización de la comida de la media mañana y la TA.

**Tabla 4** Posibles contribuciones de picar entre horas a las ECVs evaluadas por las asociaciones con diversos HICAs, el riesgo de tener OA y la TA.

Variables dependientes	Picar entre horas <sup>a</sup>
	OR (95% IC)
Hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos <sup>b</sup>	
Consumo habitual de alimentos	
Ricos en grasa	1.95 (1.47-2.59)*
Salados	2.36 (1.76-3.16)*
Precocinados	1.21 (0.83-1.77)
Consumo de dos o más raciones de	
Leche y sus derivados	1.22 (0.92-1.63)
Fruta	0.95 (0.69-1.31)
Verdura	0.96 (0.72-1.28)
Obesidad abdominal <sup>c</sup>	
Modelo 1	1.48 (1.13-1.95)*
Modelo 2	1.37 (0.93-2.02)
Modelo 3	1.25 (0.84-1.87)
<b>Coefficiente <math>\beta</math> (95% IC)</b>	
Tensión arterial sistólica <sup>d</sup>	
Modelo 1	-0.38 (-2.93, 2.17)
Modelo 2	-1.10 (-3.60, 1.40)
Modelo 3	-0.72 (-3.29, 1.86)
Tensión arterial diastólica <sup>d</sup>	
Modelo 1	0.66 (-0.83, 2.14)
Modelo 2	0.20 (-1.25, 1.65)
Modelo 3	0.58 (-0.91, 2.07)

\*Asociaciones significativas  $p \leq 0.05$

<sup>a</sup> Categoría de referencia = no

<sup>b</sup> Regresión logística ajustada por edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, IMC y hábitos de consumo de alimentos que no eran considerados variables dependientes en el análisis.

<sup>c</sup> Regresión logística ajustada por: Modelo 1: edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, la ingesta de las tres comidas principales; Modelo 2: Modelo 1 y IMC; Modelo 3: Modelo 2 y el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables, el modelo 3 en el presente trabajo representa el modelo 5 en el correspondiente artículo (Artículo II (5.2)).

<sup>d</sup> Regresión lineal ajustada por: Modelo 1: edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, la ingesta de las tres comidas principales, realización de la comida de media mañana y de la merienda; Modelo 2: Modelo 1 y CC; Modelo 3: Modelo 2 y el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables, el modelo 3 en el presente trabajo representa el modelo 4 en el correspondiente artículo (Artículo III (5.3)).

**Tabla 5** Asociación total, directa e indirecta entre las CRIAs y la TA, mediado por la CC (modelos de mediaciones simples).

	<b>Media Mañana<sup>a</sup></b>	<b>Merienda<sup>a</sup></b>	<b>Picar entre horas<sup>a</sup></b>
	Coef. (95% CI)	Coef. (95% CI)	Coef. (95% CI)
<b>Tensión arterial sistólica<sup>b</sup></b>			
Asociación directa	1.43 (-3.88, 1.02)	-2.83 (-5.25, -0.40)*	-0.72 (-3.37, 1.94)
Asociación indirecta	0.11 (-0.38, 0.66)	-0.77 (-1.36, -0.28)*	0.63 (0.06, 1.27)*
Asociación total	-1.32 (-3.82, 1.18)	-3.60 (-6.09, -1.11)*	-0.08 (-2.81, 2.64)
<b>Tensión arterial diastólica<sup>b</sup></b>			
Asociación directa	-1.25 (-2.67, 0.16)	-1.67 (-3.04, -0.31)*	0.58 (-0.97, 2.13)
Asociación indirecta	0.07 (-0.24, 0.41)	-0.49 (-0.86, -0.16)*	0.40 (0.04, 0.79)*
Asociación total	-1.18 (-2.63, 0.27)	-2.16 (-3.58, -0.75)*	0.99 (-0.59, 2.57)

\*Asociaciones significativas  $p \leq 0.05$

<sup>a</sup> Categoría de referencia = no

<sup>b</sup> Regresión lineal ajustada por: edad, sexo, fumar, beber alcohol, actividad física en el tiempo de ocio, el seguimiento de las recomendaciones dietéticas de cinco grupos de alimentos y la ejecución de hábitos no saludables. Mediador: Circunferencia de cintura.



## Discusión

Este trabajo tuvo como fin evaluar la contribución de las CRIAs a diversos factores asociados a las ECV. Para ello se estudiaron las asociaciones entre estas conductas y diversos HICAs así como la OA y la TA elevada. Adicionalmente se evaluó el papel de la CC como mediador en las relaciones entre las CRIAs y la TA. En este contexto, se pretendió focalizar el análisis en CRIAs concretas tales como la realización de la comida de la media mañana, de la merienda y picar entre comidas (picoteo), conductas, todas ellas, poco examinadas hasta el momento.

Los resultados obtenidos y publicados en los tres artículos originales (Capítulo 5), confirman la hipótesis de la Tesis de que realizar la comida de la media mañana así como la merienda, contribuyen a la prevención de factores que contribuyen a las ECVs, mientras que picar entre horas favorece a su desarrollo. Además, el análisis de modelos de mediación simple, cuyos resultados aún no se han publicado, mostró que la CC parece ser un mediador de las relaciones entre estas CRIAs – realización de la merienda y el hecho de picar entre las comidas – y la TA.

A continuación, se detallan primero la frecuencia con la cual se realizan las tres CRIAs investigadas. Después se discuten los resultados principales de las tres publicaciones, con un enfoque hacia las CRIAs y no hacia los factores asociados a las ECVs como se ha desarrollado en los artículos. Además, se profundiza en el análisis de los modelos de mediaciones simples, que evaluaron la CC como un mediador de la relación entre las CRIAs y la TA. Por último, se valoraron las implicaciones de los resultados y las posibles investigaciones futuras.

### 4.1 La frecuencia de las CRIAs estudiadas

Son escasos los estudios que determinan la frecuencia de las dos comidas secundarias en la población española. De hecho, hasta el momento sólo se han encontrado dos trabajos que examinaron la práctica de estas CRIAs (13,31). Uno de ellos evaluó la frecuencia de las dos comidas secundarias en una muestra representativa de la población española de más de 17 años (13) pero unificándolas para su contabilización, se observó que el 82.7% de los individuos realizaron ambas comidas secundarias, lo que representa una alta frecuencia de ejecución. Estos resultados difieren de los planteados por el segundo estudio (31), en el cual se analizaron españoles entre 25 a 49 años, encontrándose unas frecuencias de 8.2% y 9.3% para la comida de la media mañana y la merienda respectivamente. Del mismo modo, el presente estudio muestra valores intermedios entre los dos resultados. Se encontró que el 36.8% de la muestra realizaron la comida de la media mañana, mientras un 45.5% realizó la merienda. Por otro lado se observó

una frecuencia de 56,1% para la realización de ambas comidas a la vez. En cierto modo, la diversidad que se presenta entre los trabajos muy probablemente se puede atribuir a las diferentes cohortes examinadas.

Se puede observar, en el presente trabajo y en el estudio de Jaeger et al. (31), que la ingesta realizada con mayor frecuencia fue la merienda. También se encontró, tanto en este trabajo como en el de Mesa et al.(13), una prevalencia más alta de realizar las dos comidas secundarias en las mujeres. Esta diferencia entre sexos alcanza en nuestro estudio casi el 20% en el caso de la merienda, sin embargo, en el estudio de Mesa et al. (13) la diferencia es menor, ya que el porcentaje de mujeres que realizan las dos comidas secundarias sería del 86.4% por un 78.8% por parte de los hombres.

En el caso de picar entre horas, se observó en el presente trabajo que es la CRIA menos realizada (25.0%) y tampoco se encontraron diferencias entre los sexos. Sin embargo, este resultado está por debajo del 34.03% observado en un estudio realizado por Bes-Rastrollo et al., que examinó la misma CRIA en una cohorte española de antiguos alumnos de la Universidad de Navarra (30). Estos autores mostraron diferencias significativas entre sexos, con frecuencias más elevadas en las mujeres.

## **4.2 La realización de la ingesta de la media mañana**

Los resultados del presente estudio muestran que la contribución de la comida de la media mañana a las ECV parece estar limitada a la dieta, dado que se observan asociaciones sólo con las HICAS, mientras que son ausentes las relaciones con la OA o la TA. En el análisis de los HICAS, se ha constatado que los participantes del estudio que realizan la ingesta de la media mañana tienen una probabilidad más elevada de tener un consumo recomendado de leche y sus derivados y de verduras, aunque también de consumir regularmente alimentos salados. Este resultado coincide con estudios que han investigado la frecuencia diaria de consumo. Smith et al. (37) mostraron que a mayor número de ingestas alimentarias, el porcentaje de los individuos que cumplían las recomendaciones de grupos de alimentos tales como carne magra, frutas, leche y sus derivados, aumentó en ambos sexos, asimismo, evidenciaron un aumento del consumo recomendado de vegetales en los hombres. Resultados similares fueron presentados por Mills et al. (61) quienes observaron que las ingestas de frutas y verduras, cereales integrales, leche y sus derivados (pero también de azúcar), aumentaron con el incremento en la frecuencia de comer. Sin embargo, una limitación de ambos estudios es la falta de ajustes por factores de confusión, de esta manera, las relaciones encontradas podrían ser atribuidas a otros componentes del estilo de vida.

Los efectos positivos del consumo de verduras y de leche y sus derivados sobre las ECVs son bien conocidos (46–51). Pero como se ha observado, el consumo de frutas y verduras se encuentra por debajo de las recomendaciones en muchos países incluido España (46,58,62), lo que denota que los programas de intervención parecen fallar en la mejoría de esta situación (55,63). Según un estudio de 2013 sobre la carga mundial del ictus, una dieta baja en frutas, verduras y granos integrales forman parte de los quince principales FR atribuibles a su carga global (64). En este contexto, si las asociaciones entre la comida de la media mañana y el consumo recomendado de leche y sus derivados y más aun de la verdura, se ven confirmadas en futuros estudios, esta CRIA podría ser considerada como conducta favorable para la consecución de las recomendaciones dietéticas. No obstante, la atención debería centrarse en los alimentos que se ingieren a la hora de realizar las comidas secundarias, ya que el consumo de alimentos no saludables podría aumentar, lo cual se ha observado con la realización de la media mañana que presenta asociaciones con el consumo habitual de alimentos salados.

La ausencia de asociaciones entre esta CRIA y la OA así como con la TA observado en el presente trabajo, no coincide con los resultados expuestos en el estudio de Gómez-Martínez et al. (32), que encontraron que la CC fue inferior en aquellos que llevaron a cabo la comida de la media mañana, aunque el ajuste realizado en el análisis fue limitado al incluir solamente la edad y la actividad física como variables de confusión, no considerando variables como la dieta, se debe tener cuenta que la muestra de este estudio fue formada por adolescentes españoles. En el presente estudio se utilizan diferentes modelos de ajuste con el propósito de observar atenuaciones en las asociaciones producidas por diferentes variables de confusión como la dieta, la actividad física y el IMC o la CC. Sin embargo, desde el principio se ajustó por otras CRIAs y se podría suponer que serían ellas las que podrían haber atenuado posibles asociaciones entre la ingesta de la media mañana y la OA. Por lo tanto es de interés investigar, si existe un efecto mutuo sobre las relaciones entre las conductas estudiadas en general y entre la comida de la media mañana y la merienda en particular, ya que ambas CRIAs muestran asociaciones positivas entre ellas.

### **4.3 La realización de la merienda**

Los resultados de este trabajo muestran que la realización de la merienda podría ser una CRIA importante en la prevención de las ECVs. Por un lado, porque aquellos participantes que meriendan presentan una probabilidad más alta de consumir las raciones recomendadas de leche y sus derivados así como de frutas. Por otro lado, porque se observaron relaciones negativas con el riesgo de tener OA y la TA elevada, independientemente de diversas variables

de confusión como la dieta, la actividad física, el IMC (en caso de la OA) y la CC (en el caso de la TA) entre otros.

La mayor probabilidad de un consumo recomendado de leche y sus derivados así como de frutas con la realización de la merienda, podría tener, como ya se ha mencionado en el apartado anterior (5.2), implicaciones en las recomendaciones dietéticas, ya que esto al parecer favorece la calidad de la dieta. Se podría suponer que una mayor frecuencia de ingesta, representada por la realización de la merienda pero también de la comida de la media mañana, conlleva a un mayor consumo y por lo tanto a alcanzar un consumo recomendado de diversos alimentos, sin embargo, en el caso de la merienda, no se incrementó la probabilidad de los HICAs nocivos como comer habitualmente alimentos salados, ricos en grasa o precocinados. Este hecho podría indicar una ausencia de *snack food*, representados por el consumo regular de alimentos salados, ricos en grasa y comidas precocinadas. No obstante, futuros estudios deberían profundizar en la cantidad de calorías consumidas, a fin de establecer si el consumo de comidas extras a las tres principales da como resultado en un aumento de la energía total ingerida.

Contrario a lo observado con la ingesta de la media mañana, la realización de la merienda presenta asociaciones negativas con la OA y la TA. La relación de esta CRIA con la OA fue observada en un estudio previo realizado en adolescentes españoles (32), que mostró asociaciones negativas entre las dos comidas secundarias y la CC así como con la suma de seis pliegues subcutáneos. Sin embargo, no se conocen estudios que analicen las asociaciones entre la merienda y la TA. De hecho, también son escasos los trabajos que analizaron la relación entre el número de ingestas alimentarias, y la TA (22,29,33,36–39). En este contexto, un estudio realizado en adultos jóvenes australianos, que presentó un buen control por varios factores de confusión, no refiere asociaciones con la TA (37). Esto también ha sido reportado por otras investigaciones (33,38). Una de ellas analizó posibles asociaciones con diversos marcadores tempranos de la aterosclerosis (33), mientras la otra (38) utilizó datos de la cohorte de Norfolk (European Prospective Investigation into Cancer-Norfolk). Por el contrario, autores como Edelstein et al. (22) mostraron que la TAS fue mayor en los participantes que realizaron una o dos comidas por día, en comparación con aquellos que comieron tres, cuatro o más veces, este resultado fue verificado por Kim et al. (29) que analizaron los datos de la Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en Corea. Estos, después de ajustar por múltiples factores de confusión, incluyendo la CC y el IMC, observaron que un número de ingestas de cinco o más ocasiones disminuye la TAS y la TAD, sin embargo, cuando diferenciaron entre picoslabis y comida, sólo el primero se asoció negativamente con la TA, incluso cuando el análisis se ajustó por la frecuencia de las comidas. Al parecer sólo existe un estudio con resultados prospectivos

sobre esta asociación (39). Se trata del análisis de una muestra de 115 personas durante cinco años, que mostró que el número de ingestas alimentarias se asociaba negativamente con la TA.

Una de las explicaciones de cómo la merienda podría haber disminuido el riesgo de tener OA y reducido la TA se basa en la percepción de esta ingesta alimentaria como comida y no como piscofrito. La cantidad y la calidad de los alimentos consumidos durante una ingesta (15,16) y los consumidos durante el siguiente momento alimentario puede variar según la ingesta realizada anteriormente (25,26). Es decir, la cantidad consumida posteriormente podría ser menor si la ingesta fue percibida como una comida y no como un piscofrito, lo cual también sucede si los alimentos consumidos con anterioridad fueron los mismos (25,26). Además, el hecho de que las comidas suelen ser tomadas a horas establecidas, parece ser otro factor de protección contra las ECVs (27,28).

Lo sorprendente, por lo tanto, no es que exista una asociación entre la realización de la merienda y la OA así como la TA, sino que no se encontraron asociaciones con la realización de la comida de media mañana. Las razones de esta discrepancia son difíciles de explicar. Aunque tomando en cuenta que la ingesta que sigue normalmente a la de la media mañana es la comida y la ingesta posterior a la merienda es la cena, se podría especular que una disminución en el consumo de energía en la cena podría ser más beneficioso que durante la comida. De hecho, diversos estudios han mostrado que es en la cena donde se consume la mayoría de las calorías (8,65). Considerando que las necesidades energéticas son menores por la noche, se puede suponer que la energía consumida y no utilizada por los tejidos y los órganos se almacena en forma de grasa contribuyendo así en un aumento del riesgo de tener OA. Por otra parte, después de cada comida la concentración de la insulina aumenta con el fin de reducir la concentración de glucosa en sangre. La insulina necesaria para conseguir este propósito depende de la cantidad consumida pero también de la sensibilidad del cuerpo a esta hormona. Sin embargo, un estudio indicó que la sensibilidad a la insulina disminuye a lo largo del día, alcanzando su punto más bajo en la noche, haciendo necesario una mayor segregación de la misma (66,67). Por lo tanto, se podría suponer que un consumo elevado durante la cena provocará niveles elevados de insulina que podrían afectar la TA, por ejemplo, por un aumento en la retención de sodio en los riñones, por un aumento en la actividad del sistema nervioso simpático y también por alteraciones de la función vascular (68).

En consecuencia, si la realización de la merienda pudiera contribuir a un menor consumo durante la cena, esto podría reducir la energía consumida, disminuyendo así el almacenamiento de grasa y la concentración de insulina en sangre. No obstante, los resultados del presente estudio no permiten demostrar esta hipótesis debido a que no se midió la insulina o la

concentración de glucosa en ayunas. Sin embargo, existe un debate sobre si la realización de la merienda disminuye la ingesta durante la cena, tal y como observaron Chapelto et al. (21) en un estudio que mostró menor consumo durante la cena en aquellos participantes que realizaron una merienda típica francesa durante la media tarde.

#### **4.4 El hecho de picar entre las comidas**

Tal como se ha planteado en la hipótesis, los resultados de este trabajo indican que el hecho de picar entre las comidas contribuye de forma perjudicial a las ECVs. Se observaron asociaciones positivas con los HICAs nocivos para la salud como el consumo habitual de alimentos salados y ricos en grasa. Asimismo se encontró relación con el aumento del riesgo de tener OA aunque no independientemente del IMC. Sin embargo, no se pudo demostrar ninguna asociación directa con la TA. Se presupone que la relevancia que tienen estos resultados, en comparación con otros estudios, reside en la definición utilizada para determinar esta CRIA. En este trabajo, picar entre horas fue definido como ingestas realizadas entre las comidas regulares. Mientras que en las comidas se incluyeron las dos comidas secundarias típicas en España. Esto permitió una diferenciación clara de la comida de la media mañana y la merienda con el hecho de picar entre horas.

Los resultados obtenidos indican que picar entre horas fomentaría una dieta no saludable dada su asociación con el consumo regular de alimentos salados y ricos en grasa (1,52,53). Se podría suponer que son éstos, entre otros, los alimentos consumidos durante el picoteo y no frutas, verduras o leche y sus derivados, ya que no se observó asociaciones con estos HICAs. Este resultado coincide con lo observado en un estudio (30) que utiliza una definición semejante a la del presente trabajo. La investigación realizada en una cohorte española, confirma que el 85,5% de los participantes no definieron picar entre horas como merienda, sino como una ingesta no estructurada entre las comidas principales. Los resultados mostraron que picar entre horas aumenta significativamente la ingesta de grasas además del consumo de *fast food*, asimismo, investigando otros grupos de alimentos como la bollería industrial, el chocolate y las bebidas azucaradas, se comprobó que su consumo fue también mayor en las personas que picotean entre las comidas, además, y como también se ha observado en el presente estudio, los autores (30) tampoco encontraron un aumento en el consumo de frutas y vegetales. No obstante, es de destacar que su análisis fue ajustado sólo por sexo, edad y peso corporal mientras que el presente estudio controla adicionalmente el efecto de diversos aspectos del estilo de vida, como por ejemplo la actividad física y la dieta.

Teniendo en cuenta las asociaciones entre picar entre horas y los HICAs nocivos, no es de sorprender que esta conducta también muestre asociación con la OA. Sin embargo, se observó que esta relación es independiente de hábitos no saludables (resultado presentado en el artículo II (5.2)). Tal como indican Bes Rastrollo et al. (30), picar entre horas podría aumentar las calorías consumidas debido a la ingesta de otros alimentos no determinados en el presente estudio, como por ejemplo, la bollería industrial, el chocolate, etc. Por lo tanto y dado los resultados encontrados, sería de interés profundizar en los aspectos dietéticos y nutricionales que podrían haber contribuido a la asociación entre esta CRIA y la OA. No obstante, es importante resaltar que las relaciones no fueron independientes del IMC. Al parecer esto podría deberse, por un lado, a que la CC y el IMC están altamente intercorrelacionados entre ellos, lo que podría reflejarse en atenuaciones de las relaciones que tiene la CC con otras variables en cuanto se ajuste por el IMC. Por ejemplo, en el presente estudio se observaron atenuaciones de la relación entre la merienda y la OA, aunque se mantenga estadísticamente significativa (artículo II (5.2)). Por otro lado, picar entre horas igualmente muestra asociaciones con la obesidad. En este sentido, Bertéus Forslund et al. (69) observaron que las personas con obesidad poseen más probabilidad de picar entre horas, probablemente por causalidad inversa, es decir, las personas que pican tienen una posibilidad más alta de ser obesas, mientras que Bes Rastrollo et al. (30) encontró, después de un seguimiento de 4.6 años, que picar entre horas está asociado con un aumento del peso y un mayor riesgo de padecer obesidad.

Con respecto a la TA, no se encontraron asociaciones directas entre picar entre las comidas y la TAS/TAD. Este resultado concuerda con un estudio reciente de Pimenta et al. (40), los cuales investigaron los criterios diagnósticos del síndrome metabólico que incluye, entre otros, la TA elevada. La ausencia de posibles asociaciones podría indicar que picar entre horas no modifica el consumo de ingestas subsiguientes como hemos sugerido para la merienda. Igualmente, diversos estudios demostraron que picar entre horas no reduce la cantidad consumida durante las comidas (21,25,26), como fue observado para las comidas secundarias (21). Es necesario destacar que en el presente trabajo no se valoraron los alimentos y nutrientes consumidos en cada ingesta y tampoco se determinó la ingesta total de energía.

#### **4.5 La CC como mediador de las relaciones entre CRIAs y TA**

Además de los objetivos establecidos en cada artículo, adicionalmente se investigó las asociaciones entre las CRIAs y la TA, evaluando el papel que juega la CC en mediar dichas relaciones, a través de modelos de mediación simples. (59). Los resultados sugirieron que los sujetos que tomaron la merienda, mostraron unas TAS/TAD más bajas, mientras que los que

pican entre las comidas regulares unas TAS/TAD más altas como resultado de una alteración en la CC por dichas CRIAs . Es decir, la CC podría ser una de las vías indirectas de cómo se asocian las CRIAs estudiadas con la TA. En este sentido, se podría suponer que las CRIAs podrían estar relacionadas con una variación en la CC, que a su vez resulta en una variación de la TA, como se postula en la Figura 2.

Este resultado coincide con diversos estudios que han proporcionado sólidas evidencias de que la OA puede ser un determinante de una TA elevada (68,71,72). Las vías metabólicas subyacentes de esta concomitancia son discutidas, pero se suponen posibles alteraciones funcionales del endotelio, del sistema nervioso y del funcionamiento renal, así como modificaciones en el equilibrio de hormonas específicas como la insulina y la leptina (68).

Es de destacar que varios estudios (12,19,37) han reportado relaciones entre el número de ingesta diarias con la CC y el IMC. Kim et al. (29) observaron una asociación negativa y significativa entre la frecuencia de comer y la hipertensión en sujetos con OA, que no se encontró en sujetos sin este factor de riesgo. El presente trabajo mostró asociaciones entre las CRIAs –realización de la merienda y picar entre horas – y la OA, igualmente, se observaron atenuaciones en las asociaciones entre la realización de la merienda y la TA (artículo III (5.3)) cuando se ajustaron las regresiones por la CC. En el caso de la merienda, la vía indirecta está acompañada por una vía directa de las asociaciones, mientras que en el caso de picar entre horas, sólo existe una asociación indirecta con la TA que no se habría detectado si no se hubiera realizado este análisis.

## **4.6 Implicaciones y direcciones futuras**

Los resultados de este trabajo tienen relevancia tanto para la prevención de las ECVs como para la investigación de la relación entre dieta y salud. Se ha podido demostrar que las CRIAs investigadas en el presente estudio contribuyen de diferentes maneras a diversos factores asociados con las ECVs. Por un lado, se evaluaron las relaciones con HICAs, que representaron aspectos de la dieta. Por otro lado, se investigó la OA (como FR intermediario) así como la TA, la cual en un estado elevado, representa uno de los FR que contribuye más fuertemente a la carga mundial de las ECVs (64). El estudio de conductas concretas y relevantes en la población española, tales como la realización de la comida de la media mañana y de la merienda así como el hecho de picar entre horas, permitiría utilizar los resultados obtenidos en la prevención de las ECVs. Se ha observado que la efectividad de los programas de intervención para promover hábitos alimenticios saludables carecen de suficiente impacto cuando solamente se basan en



alimentos y nutrientes (55,63). De esta manera, fomentar conductas concretas podría ser una vía para mejorar el cumplimiento de este objetivo.

El estudio del papel de la dieta en la salud se ha concentrado en los últimos años en las CRIAs, ya que éstas representan un estilo de vida concreto que reúne la ingesta de diversos alimentos y nutrientes. En este sentido, una de las conductas más investigadas es el número de ingestas alimentarias al día (13). No obstante, los resultados de los estudios existentes arrojan evidencias heterogéneas, probablemente porque el número de ingestas alimentarias no representa una conducta específica, ya que no solo incluye diferentes tipos de ingesta sino que también es difícil de determinar (13,19). El presente trabajo se concentró en CRIAs concretas para la población española. El hecho de que picar entre las comidas regulares sea una conducta que podría contribuir al desarrollo de las ECVs, mientras que realizar las comidas secundarias y en particular la merienda, favorezca su prevención, evidencia la importancia que posee diferenciar entre las ingestas alimentarias.

Adicionalmente, se evaluó el rol de la CC en las relaciones entre las CRIAs y la TA. Se pudo comprobar que, aún cuando no se encontraron asociaciones directas, la CC podría representar uno de los nexos entre algunas de las CRIAs y la TA. Este posible mecanismo subyacente de contribución a las ECVs demuestra la importancia de profundizar en cómo se relacionan las CRIAs con factores asociados con las ECVs (59).

Es necesario mencionar que el presente estudio posee diversas limitaciones que deben tomarse en cuenta. Se trata de un estudio transversal, por lo que no se puede inferir ningún tipo de causalidad, pero sí la evaluación de la posible existencia de asociaciones que deberían ser consideradas en futuros trabajos. La muestra utilizada no es representativa de la población investigada, presentando por lo tanto un sesgo hacia algunos sectores concretos de la misma. Sin embargo, en general y a pesar de las limitaciones descritas en profundidad en cada artículo, este estudio aporta una valiosa contribución al conocimiento sobre las relaciones entre dieta y salud.

Las direcciones futuras deberían concentrarse en al menos dos vías de investigación. En primer lugar, confirmar los resultados de este trabajo en estudios poblacionales de carácter prospectivo para determinar su relevancia en programas de prevención primordial y primaria. Ello implicaría, además, llevar a cabo investigaciones en diferentes países con ingestas alimenticias típicas para la población. Por ejemplo, existen equivalentes a la merienda española en Alemania y en Francia, llamados “Kaffetrinken” y “goûter”, respectivamente. En segundo lugar, queda por determinar las razones por las cuales estas CRIAs parecen contribuir a las ECVs, en este sentido,

la investigación debería orientarse hacia los aportes energéticos de cada CRIA, así como de los macro y micro nutrientes consumidos y el efecto que podría tener la comida de la media mañana, la merienda y picar entre horas en las ingestas posteriores. Finalmente, es necesario conocer la relevancia de estas ingestas a nivel metabólico.

## Conclusiones

1. La realización de la comida de la media mañana parece favorecer hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos saludables como el consumo regular de verduras y lácteos, aunque no se encontraron asociaciones con la obesidad abdominal y la tensión arterial. No obstante, este resultado podría tener relevancia a la hora de mejorar el consumo de estos grupos de alimentos. Esta conducta podría ser considerada en la promoción de intervenciones para una dieta saludable.
2. La realización de la merienda podría ser beneficiosa para llegar a un consumo recomendado de frutas y leche y sus derivados. Se relaciona además con un menor riesgo de tener obesidad abdominal y de disminuir la tensión arterial. En consecuencia, la contribución de la merienda a las enfermedades cardiovasculares sería preventiva y por lo tanto su promoción sería de gran importancia.
3. El hecho de picar entre las comidas regulares muestra asociaciones con los hábitos que indican el consumo de grupos de alimentos nocivos además de estar asociada positivamente con la obesidad abdominal. Por estas razones parece que es una conducta que podría favorecer las enfermedades cardiovasculares y que por lo tanto debería ser evitada.
4. La existencia de asociaciones indirectas mediadas por la circunferencia de cintura entre las conductas relacionadas con la ingesta de alimentos –realización de la merienda y picar entre horas – y la tensión arterial revela el papel que tiene la circunferencia de cintura como mediador en estas relaciones. En el caso de picar entre horas este resultado se presenta sin haber encontrado una asociación directa con la tensión arterial. Lo que muestra la importancia que podría tener este tipo de análisis para identificar mecanismos subyacentes que permiten explicar las relaciones entre variables.
5. Los resultados opuestos entre las comidas secundarias y el hecho de picar entre las comidas regulares, revelan que las investigaciones que se lleven a cabo deberían especificar los tipos de ingesta alimentaria, diferenciando entre comidas y picoteo, y/o profundizar en ingestas determinadas. Según los resultados de este trabajo, a la hora de prevenir enfermedades relacionadas con la dieta, una estrategia a seguir podría ser inhibir el picoteo y promover las comidas secundarias.

En resumen, al profundizar en conductas relacionadas con la ingesta de alimentos que implican ingestas específicas hasta ahora poco estudiadas, este trabajo pretende aportar nuevos conocimientos sobre cómo la dieta interviene en la salud, específicamente en factores asociados con las enfermedades cardiovasculares. Si bien se pudo mostrar la relevancia que tiene la ingesta de la media mañana, la merienda y el hecho de picar entre horas, son necesarias nuevas investigaciones para confirmar los resultados encontrados.

## Conclusions

1. The intake of a forenoon meal seems to be related to healthy food consumption habits, such as the regular consumption of vegetables and milk and dairy products. On the other hand, no associations were found between a forenoon meal and abdominal obesity and blood pressure. Nevertheless, having a forenoon meal could be relevant to improve the consumption of these food groups and therefore might be considered when promoting interventions for a healthy diet.
2. The intake of an afternoon meal seems to be related to achieving the recommended consumption of fruits and milk and dairy products. Furthermore, this meal intake behaviour shows associations with a lower risk of having abdominal obesity and decreased blood pressure. Consequently, there might be a contribution of the afternoon meal towards preventing cardiovascular diseases and therefore its promotion could be of relevance.
3. Snacking between regular meals shows positive associations with unhealthy food consumption habits, such as regular consumption of salty and fatty food. Snacking is also positively associated also with abdominal obesity. Hence, this meal intake behaviour might favour cardiovascular diseases and should therefore be avoided.
4. The indirect associations found between the meal intake behaviours – having an afternoon meal and snacking between regular meals - and blood pressure reveal the importance of waist circumference as a mediator in these associations. In the case of snacking, the observed indirect association occurred even through no direct association with blood pressure was found. Hence, this kind of analyses is of relevance to uncover the underlying mechanisms explaining how variables could be related to each other.
5. The different results found in the effects of the forenoon as well as the afternoon meal and snacking between regular meals reveal the importance of specifying the type of eating occasion in further studies. In this sense, investigation might either differentiate between meals or snack or might study definite eating occasions. In this sense, the obtained results indicate the promotion of secondary meals additionally to the main meals and the avoidance of snacking between the regular meals to prevent diet-related diseases.

In conclusion, this study tried to contribute to the research of the relationship between diet and health, specifically regarding the factors that contribute to cardiovascular diseases. This was done by investigating meal intake behaviours which represent specific eating occasions, rarely investigated until now. Even though it was possible to show the importance of having a forenoon meal, having an afternoon meal and snacking between the regular meals, further research is needed to confirm the obtained results.

## **Artículos originales**

### **5.1 Artículo I**

# **Associations between food consumption habits with meal intake behaviour in Spanish adults.**

Kristin Keller, Santiago Rodríguez López, Maria Margarita Carmenate Moreno, y Paula Acevedo  
Cantero

*Appetite*. 83, 63-68 (2014)



## Research report

Associations between food consumption habits with meal intake behaviour in Spanish adults <sup>☆</sup>

Kristin Keller <sup>\*</sup>, Santiago Rodríguez López, M. Margarita Carmenate Moreno, Paula Acevedo Cantero

Department of Biology, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 4 September 2013

Received in revised form 14 June 2014

Accepted 10 August 2014

Available online 12 August 2014

## Keywords:

Meal

Snack

Drink during meals

Food consumption habits

Meal intake behaviour

## ABSTRACT

The aim of the present study is to explore the contribution of different types of meal intake behaviour on a healthy diet and seeks to find associations with food consumption habits. A cross-sectional survey with data from 1332 Spanish adults aged between 20 and 79 years was conducted. The survey was carried out during the cardiovascular health event 'Semanas del Corazon 2008' in four Spanish cities. Several food consumption habits such as the recommended intake of fruits, vegetables, milk and dairy products, as well as the regular consumption of fatty and salty food and ready-made meals, were used as dependent variables in logistic regression. We evaluated different meal intake behaviour such as the type of meals, snacking, and drinks taken with a meal. Our survey revealed that snacking is positively associated with the regular consumption of salty and fatty food, and having sugary drinks with meals was positively associated with the regular consumption of ready-made meals. Having a forenoon meal is positively associated with the consumption of two or more portions of milk and dairy products and vegetables, and taking an afternoon meal with the recommended intake of milk and dairy products and fruits. Drinking water during a meal increases the probability of consuming two or more portions of fruits and vegetables. Our results enhance the understanding of the contribution that meal intake behaviour makes to a healthy diet based on food consumption habits. This work provides an insight into eating behaviour and would make a useful contribution to interventions aimed at promoting healthier eating habits.

© 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

## Introduction

During the twentieth century, advanced technology increased food production output (through the industrialisation of agriculture and food preparation) and food durability (through conservation and transport) in developed countries. These changes resulted in an excessive supply of food as well as a decrease in food prices which led to a change (Golzarand et al., 2012; Popkin, 2001) in traditional healthy food consumption habits (FCHs). The resulting increase in the consumption of meat, dairy products, and industrially prepared meals has caused an energy-dense alimentation rich in protein, sugar and fat (Golzarand et al., 2012; World Health Organization, 2000) that has promoted the incidence of cardiovascular diseases, as well as diet dependent risk factors such as obesity (World Health Organization, 2000), hypercholesterolaemia, and diabetes (Popkin, 2001).

The traditional food and nutritional habits of the Spanish population are based on the Mediterranean diet, rich in carbohydrates, fibre and unsaturated fat, and lacking in protein and saturated fat. People who adhere to this diet show a lower risk of developing diabetes (Martínez-González et al., 2008), cancer (Trichopoulou, Costacou, Bamia, & Trichopoulos, 2003), coronary heart disease (Martínez-González et al., 2011; Trichopoulou et al., 2003) and obesity (Beunza et al., 2010). Therefore, in Spain healthy eating is associated with FCHs which are a part of the Mediterranean diet such as the regular and adequate consumption of fruit, vegetables, cheese, fish, legumes, and olive oil (Márquez-Sandoval, Bulló, Vizmanos, Casa-Agustench, & Salas-Salvadó, 2008). Since the early 1980s however, new FCHs such as the consumption of pre-prepared, fatty, and salty food, which are considered to be unhealthy due to their association with the Anglo-Saxon diet (or Western diet), have been introduced into Spain (Da Silva et al., 2009; Márquez-Sandoval et al., 2008). A critical review carried out by Boeing et al. (2012) has shown that a high consumption of fruit and vegetables is likely to reduce hypertension, coronary heart disease and cancer, which confirms the observations made by Alwan (2011). Furthermore a high consumption of milk and dairy products when compared with a low intake of milk and dairy products, is negatively associated with

<sup>☆</sup> Acknowledgement: We acknowledge the contribution of the 'Universidad Autónoma de Madrid' for the studentship given to one of the authors.

<sup>\*</sup> Corresponding author.

E-mail address: [kristin.keller@uam.es](mailto:kristin.keller@uam.es) (K. Keller).



all-cause deaths, ischaemic heart disease, stroke and the incidence of diabetes (Aune, Norat, Romundstad, & Vatten, 2013; Elwood, Pickering, Givens, & Gallacher, 2010). Whereas, the increased consumption of pre-prepared, fatty, and salty food is known to promote cardiovascular risk factors (Perk et al., 2012; Sayon-Orea et al., 2013; Van der Horst, Brunner, & Siegrist, 2011) and should therefore be avoided.

Diet is considered to be one of the most important determinants in cardiovascular disease and its risk factors, such as obesity, hypertension and hypercholesterolaemia (Alwan, 2011). Therefore, achieving a healthy diet is important; however, the effectiveness of intervention programmes promoting healthy FCHs is disputed (Brambila-Macias et al., 2011; Rees, Dyakova, Ward, Thorogood, & Brunner, 2013). Studies have shown that public information companies are able to raise awareness but the implementation of these recommendations is rare (Brambila-Macias et al., 2011). To broaden the scope of exploration into what constitutes a healthy diet, meal intake behaviour (MIB) such as daily eating frequency, snacking between meals, or at night, and the drinks taken with a meal, are brought into the focus of scientific investigation. As MIB accompanies food intake it might have an effect on FCHs and food choices. Previous studies have demonstrated that although a higher daily eating frequency is associated with an increased calorie intake, the energy provided comes from carbohydrates rather than from fat or proteins. They also showed a positive relationship between a higher daily eating frequency and the intake of micronutrients such as folic acid, vitamin C, calcium, magnesium, iron, and dietary fibre (Kerver, Yang, Obayashi, Bianchi, & Song, 2006). Furthermore, skipping breakfast and to a lesser degree skipping lunch, result in a decrease in the intake of micronutrients (Berg et al., 2009; Kerver et al., 2006), whereas meals taken in addition to the usual three main meals, breakfast, lunch, and dinner, increase their intake (Kerver et al., 2006). Snacking defined as eating a smaller amount of food, eating between meals (Bes-Rastrollo et al., 2010) and eating 'snack food' (Halkjaer, Tjønneland, Overvad, & Sørensen, 2009) has been shown to be associated with obesity (Marín-Guerrero, Gutiérrez-Fisac, Guallar-Castillón, Banegas, & Rodríguez-Artalejo, 2008). The individual perception of an eating experience either as a meal or a snack depends on schemas or constructs such as the type of food being eaten and the time of the day (Wadhera & Capaldi, 2012). In addition is the accompanying situational and environmental circumstances such as the duration, whether the food is taken sitting or standing or whether one is eating alone or with company (Wansink, Payne, & Shimizu, 2010).

Therefore, the aim of this study is to evaluate the associations between FCHs, namely the recommended intake of fruit, vegetables, milk and dairy products and the regular consumption of ready-made meals, salty and fatty foods, with several kinds of MIB such as the type of meals consumed, snacking between meals and the drinks taken with a meal in order to identify possible associations of healthy diet.

## Material and methods

### Participants

The study included 1332 individuals, 844 women and 488 men, with a mean age of 57.9 years and an age range of 20–79 years. The individuals were interviewed in 2008 during a cardiovascular health event called 'Semanas del Corazon' (The Weeks of the Heart) which were organised by the 'Fundación Española del Corazón' and the 'Sociedad Española de Cardiología'. The events took place in four Spanish cities: Las Palmas, Madrid, Seville, and Valencia. These events were focused on the prevention of cardiovascular risk factors, by assessing the prevalence and the health status of the participants. Therefore, a previous random selection of the individuals was not

conducted. This might have attracted groups of the population who had a higher degree of sensitivity towards cardiovascular diseases, which could consequently have led to an elevated proportion of women and older individuals in the sample. The inclusion criterion was the completion of a questionnaire that provided information about age, sex, FCHs, MIB, individual risk factors, weight and height measurements. Individuals were excluded if they could not participate without assistance, for example if they needed to be supported by another person or if they used a wheelchair. Participants were asked to sign a consent form before completing the guided-questionnaire. The study complied with the ethical standards of the 1964 Declaration of Helsinki and was approved by the Ethical Commission of the 'Fundación Española del Corazón'.

### Food consumption habits

Our dependent variables were based on several FCHs. The three FCHs that were considered to be the parameters of unhealthy habits were: the regular consumption of salty food (1 = yes; 0 = no), fatty food (1 = yes; 0 = no) and ready-made meals (1 = yes; 0 = no). Therefore, we asked the participants if they regularly consumed these kinds of foods. We also assessed three healthy FCHs by obtaining information about the daily intake frequency of: a) milk and dairy products (0 = none, 1 = one, 2 = two, 3 = three portions); b) fruit (0 = none, 1 = one, 2 = two, 3 = three, 4 = four, 5 = five or more portions); c) vegetables (0 = none, 1 = one, 2 = two, 3 = three portions). These variables were recoded based on previous recommended intake habits (Salvador Castell, Mataix Verdú, & Serra-Majem, 2006), two or more portions of milk and dairy products, fruit and vegetables, and used as dichotomous (1 = yes; 0 = no) in the regression analysis.

### Meal intake behaviour

Our key independent variables were several kinds of MIB, such as the types of meals consumed per day, snacking between meals, and the types of drinks consumed with the meals. The meals were assessed using five questions asking whether participants regularly had breakfast, a forenoon meal, lunch, an afternoon meal and dinner (1 = yes/0 = no). The participants were also asked if they snacked between these five main meals (1 = yes/0 = no). Finally, two different variables were created: a) 'Drinking water with the meals' (DWM) pertaining to those individuals who consumed water as one of the drinks taken during the meals and b) 'Drinking sugary drinks with the meals' (DSM) which indicated the consumption of soft drinks. The possible responses to the type of drinks consumed with the meals included: no drinking during meals, juice, water, wine, soft drinks, beer, and other, where selecting more than one answer was possible.

### Individual risk factors

In order to determine the nutritional status of the participants, we estimated body mass index (BMI) from objective measurements of weight and height. We used the cut off points proposed by the World Health Organization (2000) to classify the participants as underweight (<18.5 kg/m<sup>2</sup>), normal weight (18.5–24.9 kg/m<sup>2</sup>), overweight (25–29.9 kg/m<sup>2</sup>) and obese (≥30 kg/m<sup>2</sup>). Individual risk factors were determined through self-reporting of physical activity during leisure time (coded 1 = sedentary lifestyle; 2 = light exercise and 3 = moderate and/or intensive exercise), alcohol consumption (1 = yes/0 = no), and smoking (1 = yes/0 = no). These factors were considered to be possible confounders in further analysis.

### Statistical analysis

Continuous variables such as age and BMI were described by means and standard deviations, while categorical variables such as the different FCHs, MIB and individual risk factors were represented by frequencies. Descriptive statistics were stratified by sex and analysed through  $\chi^2$  and the Mann–Whitney U tests because age and BMI did not show normal distribution. To evaluate the associations between each FCH with covariates such as age, sex, and individual risk factors, we used logistic regressions adjusted by those FCHs not considered to be the dependent variable in each regression. Then, several logistic regressions were fitted to assess potential associations between each FCH with MIB. We estimated two models. Model 1 assessed the association between FCHs and MIB, adjusted by age, sex, BMI and individual risk factors. Model 2 additionally adjusts by the mutual effect of FCHs not used as the dependent variable in each regression. The intake of breakfast, lunch, and dinner were not considered in the regression analysis because only a small number of participants reported skipping these meals. The data analyses were performed using SPSS 17 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) specifying the level of significance for the statistical tests to  $p < 0.05$ .

### Results

Table 1 describes the characteristics of the sample by sex. There was no difference between the mean age and mean BMI for men

and women, but in both sexes the statistical mean of the latter variable was located in the overweight category (World Health Organization, 2000). Compared with women, men were more likely to be overweight, to participate in moderate or intensive physical activity during their leisure time, to smoke and drink alcohol, and to regularly consume fatty and salty food. A significantly higher percentage of women reported DWM and ate two or more portions of fruit, vegetables, and milk and dairy products. Furthermore, women showed a higher frequency in the intake of a forenoon meal and afternoon meal, whereas men showed higher snacking frequency. The number of participants skipping breakfast, lunch, and dinner was very low.

Table 2 shows the results of the logistic regressions illustrating the associations between each FCH with covariates such as age, sex, BMI and individual risk factors. There were significant negative associations between the regular consumption of fatty food and ready-made meals with age and a positive association between the recommended consumption of fruit and age. The BMI did not show any associations with any of the FCHs. Men were more likely to regularly consume salty food and less likely to consume the recommended quantities of milk and dairy products and vegetables. All levels of physical activity during leisure time were positively associated with the recommended intake of milk and dairy products and fruit, while only in the moderate and intensive levels the probability of a regular consumption of salty food declined. Both the consumers of alcohol as well as the smokers were less likely to have the recommended intake of fruit, whereas the former were

**Table 1**  
Study population characteristics according to sex.

	All (N = 1332)		Men (N = 488)		Women (N = 844)		p-value
	n	%	n	%	n	%	
Age (years)							
Mean $\pm$ SD	57.9 $\pm$ 14.9		58.0 $\pm$ 14.8		57.8 $\pm$ 15.0		0.777
20–44	265	19.9	103	21.1	162	19.2	0.257
45–64	527	39.6	179	36.7	348	41.2	
>64	540	40.5	206	42.2	334	39.6	
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>							
Mean $\pm$ SD	28.1 $\pm$ 4.5		28.2 $\pm$ 3.6		28.1 $\pm$ 5.0		0.096
Underweight (<18.5 kg/m <sup>2</sup> )	9	0.7	1	0.2	8	0.9	<0.001
Normal weight (18.5–24.9 kg/m <sup>2</sup> )	307	23.0	84	17.2	223	26.4	
Overweight (25–29.9 kg/m <sup>2</sup> )	624	46.8	262	53.7	362	42.9	
Obese ( $\geq$ 30 kg/m <sup>2</sup> )	392	29.4	141	28.9	251	29.7	
Physical activity during spare time							
Sedentary	284	21.3	79	16.2	205	24.3	<0.001
Light	448	33.6	140	28.7	308	36.5	
Moderate + Intensive	600	45.0	269	55.1	331	39.2	
Smoking (yes)	190	14.3	88	18.0	102	12.1	<0.01
Drinking alcohol (yes)	640	48.0	303	62.1	337	39.9	<0.001
Meal intake behaviour (yes)							
Having							
Breakfast	1283	96.3	465	95.3	818	96.9	0.127
Forenoon meal	491	36.9	158	32.4	333	39.5	<0.01
Lunch	1321	99.2	485	99.4	836	99.1	0.517
Afternoon meal	605	45.4	169	34.6	436	51.7	<0.001
Dinner	1303	97.8	474	97.3	829	98.2	0.275
Snacking	335	25.2	110	22.5	225	26.7	0.095
DWM	970	72.8	325	66.6	645	76.4	<0.001
DSM	224	16.8	90	18.4	134	15.9	0.228
Food consumption habits (yes)							
Two or more portions of							
Milk and dairy products	873	65.5	268	54.9	605	71.7	<0.001
Fruits	980	73.6	342	70.1	638	75.6	<0.05
Vegetables	428	32.1	131	26.8	297	35.2	<0.01
Regular consumption of							
Fatty food	430	32.3	174	35.7	256	30.3	<0.05
Salty food	379	28.5	170	34.8	209	24.8	<0.001
Ready-made meals	173	13.0	73	15.0	100	11.8	0.104

n, number; DWM, drinking water during the meals; DSM, drinking sugary drinks during the meal.

<sup>a</sup> Categories of BMI according to the World Health Organization (2000).

**Table 2**  
OR (95%CI) for the FCHs by age, sex, BMI and individual risk factors (physical activity in leisure time, alcohol consumption, smoking) adjusted by the FCHs not considered to be the dependent variable in each regression.

	Regular consumption of			Consumption of two or more portions of		
	Fatty food OR (95%CI)	Salty food OR (95%CI)	Ready-made meals OR (95%CI)	Milk and dairy products OR (95%CI)	Fruits OR (95%CI)	Vegetables OR (95%CI)
Age	0.98 (0.97–0.99) <sup>d</sup>	0.99 (0.98–1.00)	0.97 (0.96–0.98) <sup>d</sup>	1.00 (0.99–1.01)	1.03 (1.02–1.04) <sup>d</sup>	0.99 (0.98–1.00)
Sex (men) <sup>a</sup>	1.12 (0.85–1.47)	1.54 (1.16–2.04) <sup>c</sup>	1.28 (0.88–1.86)	0.50 (0.39–0.64) <sup>d</sup>	0.96 (0.71–1.30)	0.69 (0.53–0.90) <sup>c</sup>
BMI	1.03 (1.00–1.06)	0.98 (0.95–1.01)	0.99 (0.95–1.03)	0.99 (0.96–1.02)	0.99 (0.96–1.02)	0.98 (0.95–1.00)
Physical activity during leisure time <sup>a</sup>						
Light	0.75 (0.52–1.07)	0.90 (0.62–1.31)	0.88 (0.55–1.42)	1.72 (1.22–2.42) <sup>c</sup>	2.09 (1.44–3.05) <sup>d</sup>	1.00 (0.70–1.42)
Moderate + Intensive	0.73 (0.51–1.03)	0.65 (0.46–0.94) <sup>b</sup>	0.82 (0.53–1.29)	1.41 (1.02–1.95) <sup>c</sup>	2.12 (1.48–3.03) <sup>d</sup>	0.96 (0.68–1.35)
Alcohol Consumption (yes) <sup>a</sup>	1.08 (0.83–1.41)	1.35 (1.02–1.77) <sup>b</sup>	0.60 (0.41–0.87)	1.00 (0.78–1.28)	0.73 (0.54–0.97) <sup>c</sup>	1.15 (0.90–1.48)
Smoking (yes) <sup>a</sup>	1.37 (0.95–1.96)	0.99 (0.68–1.44)	1.29 (0.92–2.01)	0.90 (0.64–1.27)	0.61 (0.42–0.88) <sup>b</sup>	1.04 (0.72–1.50)
Regular consumption of <sup>a</sup>						
Fatty food (yes)		3.62 (2.76–4.75) <sup>d</sup>	1.95 (1.34–2.82) <sup>d</sup>	1.22 (0.92–1.60)	0.67 (0.50–0.91) <sup>b</sup>	0.96 (0.73–1.27)
Salty food (yes)	3.62 (2.76–4.74) <sup>d</sup>		2.09 (1.44–3.05) <sup>d</sup>	0.70 (0.53–0.92) <sup>b</sup>	0.91 (0.66–1.25)	1.22 (0.92–1.62)
Ready-made meals (yes)	1.91 (1.31–2.77) <sup>d</sup>	2.17 (1.50–3.14) <sup>d</sup>		0.98 (0.68–1.42)	0.40 (0.27–0.59) <sup>d</sup>	1.12 (0.76–1.65)
Consumption of two or more portions of <sup>a</sup>						
Milk and dairy products (yes)	1.22 (0.92–1.61)	0.70 (0.53–0.92) <sup>d</sup>	0.95 (0.65–1.37)		2.12 (1.59–2.81) <sup>d</sup>	1.16 (0.89–1.51)
Fruits (yes)	0.69 (0.51–0.94) <sup>b</sup>	0.90 (0.65–1.24)	0.40 (0.27–0.58) <sup>d</sup>	2.15 (1.62–2.86) <sup>d</sup>		3.13 (2.23–4.38) <sup>d</sup>
Vegetables (yes)	0.97 (0.73–1.28)	1.21 (0.91–1.61)	1.14 (0.77–1.69)	1.17 (0.90–1.52)	3.10 (2.21–4.36) <sup>d</sup>	

<sup>a</sup> Reference categories (OR = 1): Sex – women, Physical activity in leisure time – sedentary, Alcohol consumption – no, smoking – no, Regular consumption of fatty food and salty food and ready-made meals – no, Consumption of two or more portion of milk and dairy products, fruits and vegetables – no.

<sup>b</sup>  $p < 0.05$ , <sup>c</sup>  $p < 0.01$ , <sup>d</sup>  $p < 0.001$ .

also positively associated with a regular consumption of salty food. The regular consumption of ready-made meals, fatty and salty food were positively associated with each other, while the former two FCHs presented a negative association with the recommended intake of fruit, the latter decreased the probability of the recommended intake of two or more portions of milk and dairy products. Those who consumed the recommended intake of fruit were also significantly more likely to consume the recommended intake of milk and dairy products, and vegetables, and less likely to consume regularly fatty food and ready-made meals. Whereas, those who consumed the recommended intake of milk and dairy products in turn showed less probability of regularly consuming salty food and the probability of eating the recommended portions of fruit increased. An

intake of two or more portions of vegetables was positively associated with the recommended intake of fruit.

Table 3 shows the associations between each FCH with the MIB. Those who snacked between meals showed a higher prevalence of the regular consumption of fatty and salty food, but the associations found with the regular consumption of ready-made meals disappeared, including the other FCHs, in the regression model. The same was observed with the association between the regular consumption of salty food and DSM, while the positive association between the regular intake of ready-made meals and DSM remained significant. Those who had a forenoon meal were more likely to consume two or more portions of vegetables, milk and dairy products, but also to regularly consume salty food, whereas the

**Table 3**  
OR (95%CI) for each FCH by MIB.

	Regular consumption					
	Fatty food		Salty food		Ready-made meals	
	Model 1 <sup>a</sup> OR (95%CI)	Model 2 <sup>b</sup> OR (95%CI)	Model 1 <sup>a</sup> OR (95%CI)	Model 2 <sup>b</sup> OR (95%CI)	Model 1 <sup>a</sup> OR (95%CI)	Model 2 <sup>b</sup> OR (95%CI)
Having a <sup>c</sup>						
Forenoon meal (yes)	0.92 (0.71–1.18)	0.87 (0.66–1.13)	1.28 (0.99–1.65)	1.46 (1.11–1.93) <sup>e</sup>	0.73 (0.51–1.05)	0.74 (0.50–1.07)
Afternoon meal (yes)	0.83 (0.65–1.06)	0.78 (0.61–1.02)	1.10 (0.85–1.41)	1.26 (0.96–1.67)	1.10 (0.78–1.55)	1.31 (0.90–1.89)
Snacking (yes)	2.49 (1.91–3.25) <sup>f</sup>	1.95 (1.47–2.59) <sup>f</sup>	2.84 (2.16–3.74) <sup>f</sup>	2.36 (1.76–3.16) <sup>f</sup>	1.59 (1.11–2.27) <sup>d</sup>	1.21 (0.83–1.77)
DWM (yes)	0.81 (0.62–1.06)	0.82 (0.61–1.10)	1.04 (0.79–1.39)	1.17 (0.86–1.58)	0.83 (0.57–1.22)	0.94 (0.63–1.41)
DSM (yes)	0.78 (0.60–1.01)	1.09 (0.72–1.66)	1.68 (1.14–2.47) <sup>e</sup>	1.45 (0.95–2.20)	2.01 (1.28–2.13) <sup>e</sup>	1.69 (1.06–2.71) <sup>d</sup>
	Consumption of two or more portions					
	Milk and dairy products		Fruits		Vegetables	
	Model 1 <sup>a</sup> OR (95%CI)	Model 2 <sup>b</sup> OR (95%CI)	Model 1 <sup>a</sup> OR (95%CI)	Model 2 <sup>b</sup> OR (95%CI)	Model 1 <sup>a</sup> OR (95%CI)	Model 2 <sup>b</sup> OR (95%CI)
Having a <sup>c</sup>						
Forenoon meal (yes)	2.00 (1.55–2.57) <sup>f</sup>	1.94 (1.50–2.52) <sup>f</sup>	1.64 (1.24–2.18) <sup>e</sup>	1.35 (1.00–1.83)	1.68 (1.32–2.13) <sup>f</sup>	1.55 (1.21–1.98) <sup>f</sup>
Afternoon meal (yes)	2.48 (1.93–3.17) <sup>f</sup>	2.38 (1.85–3.06) <sup>f</sup>	2.00 (1.51–2.64) <sup>f</sup>	1.82 (1.35–2.46) <sup>f</sup>	1.21 (0.96–1.54)	1.06 (0.83–1.35)
Snacking (yes)	1.13 (0.86–1.48)	1.22 (0.92–1.63)	0.84 (0.63–1.13)	0.95 (0.69–1.31)	0.97 (0.74–1.28)	0.96 (0.72–1.28)
DWM (yes)	1.24 (0.96–1.62)	1.14 (0.87–1.50)	1.82 (1.36–2.44) <sup>f</sup>	1.53 (1.13–2.08) <sup>e</sup>	1.91 (1.43–2.55) <sup>f</sup>	1.75 (1.31–2.35) <sup>f</sup>
DSM (yes)	0.95 (0.64–1.40)	1.08 (0.72–1.61)	0.60 (0.40–0.90) <sup>d</sup>	0.69 (0.45–1.06)	0.72 (0.47–1.10)	0.77 (0.50–1.20)

DWM, drinking water during the meals; DSM, drinking sugary drinks during the meal.

<sup>a</sup> Model 1: Adjusted for age and sex, BMI and lifestyle factors (physical activity in leisure time, alcohol consumption, smoking).

<sup>b</sup> Model 2: Adjusted for age, sex, BMI and individual risk factors (physical activity in leisure time, alcohol consumption, smoking) and FCHs not considered to be the dependent variable in each regression.

<sup>c</sup> Reference categories (OR = 1): Having a forenoon meal and afternoon meal – no, Snacking – no, DWM – no, DSM – no.

<sup>d</sup>  $p < 0.05$ , <sup>e</sup>  $p < 0.01$ , <sup>f</sup>  $p < 0.01$ .

associations found with the recommended fruit intake did not remain significant after adjusting for the other FCHs. Having an afternoon meal was positively associated with the recommended consumption of fruit, milk and dairy products, and DWM with the consumption of two or more portions of fruit and vegetables.

## Discussion

The present study was aimed at evaluating cross-sectional associations between FCHs and MIB in a sample of Spanish adults. Our purpose was to determine how MIB contributes to a healthy diet by investigating the recommended consumption of fruit, vegetables, milk and dairy products and also the regular consumption of ready-made meals, fatty and salty food. The former FCHs constitute parameters of healthy eating and the latter of unhealthy eating. We found that snacking and DSM are mostly positively associated with the regular consumption of fatty food, salty food and ready-made meals. Conversely, having a forenoon meal, an afternoon meal and DWM are mostly positively associated with the intake of two or more portions of fruit, vegetables, milk and dairy products.

Ascertaining the possible associations between snacking and health risk factors is limited because the definition of snacking is not consistent across the literature. In our study we considered snacking as the consumption of food between the five defined meals: breakfast, forenoon meal, lunch, the afternoon meal, and dinner. By including the forenoon and afternoon meal, which are popular amongst the Spanish population, we avoided classifying them as a snack because the nutritional quality and quantity of the food taken during a meal differs from those taken during a non-meal/snack (Oltersdorf, Schlettwein-Gsell, & Winkler, 1999; Wansink et al., 2010). This concept is supported by our results, which indicate that the forenoon and the afternoon meal are not related to the same FCHs as snacking. Studies which consider snacking as a non-meal and/or as eating between the five meals have demonstrated associations with weight gain and obesity (Bes-Rastrollo et al., 2010; Pérez-Cueto et al., 2010). The association between snacking and the regular consumption of salty food, fatty food and ready-made meals, found in our study, seems to demonstrate that snacking promotes an unhealthy diet. Although, the association between ready-made meals and snacking was lost when other FCHs were introduced in the regression analyses. These FCHs were introduced during the nutritional transition period when prepared food such as takeaway foods, ready-made meals, and energy-dense products rich in fat and sugar (Popkin, 2001; World Health Organization, 2000) became popular and affordable. Salt is known to increase the risk of cardiovascular health disease (Perk et al., 2012) and the trans and saturated fats, which are used in the preparation of ready-made meals, fast food, and fried food, increase the risk of obesity (Sayon-Orea et al., 2013), hypercholesterolaemia and hypertension (Perk et al., 2012). Ready-made meals were also found to be positively associated with being overweight (Van der Horst et al., 2011).

Studies have found snacking to be healthy when snacks were defined as 'meals consumed between the three main meals'. However, in our study this is equivalent to the forenoon and afternoon meals (Kerver et al., 2006). Both meals are consumed by less than half of the individuals in our sample, with more women partaking of these meals than men. The studies conducted in the United States and in Spain, which associate obesity with eating only two meals a day as opposed to three or four meals (Kerver et al., 2006; Marín-Guerrero et al., 2008), support the view that having a higher number of meals is healthier. Our results reveal associations between healthy FCHs and the forenoon and the afternoon meal. Participants who had a forenoon meal were more likely to consume the recommended portion of vegetables, milk and dairy products, whereas having an

afternoon meal was associated with the consumption of the recommended intake of milk and dairy products and fruit. The consumption of dairy products and milk is associated with a decrease in osteoporosis (Heaney, 2000), diabetes (Aune et al., 2013), hypertension and overall coronary heart disease risk (Elwood et al., 2010). Although it was thought that the consumption of whole milk and cheese increased the risk of hypertension and cardiovascular disease because of their levels of saturated fat, recent studies have demonstrated either the opposite, or that no evidence exists to support this claim (Elwood et al., 2010). High fruit and vegetable intake reduces the risk of weight gain, cardiovascular disease, and mortality from ischaemic heart diseases (Boeing et al., 2012). Fruit and vegetables also add micronutrients to the daily alimentation (Turconi, Rossi, Roggi, & Maccarini, 2013) and show an inverse association with biomarkers of low grade inflammation (Barbaresco, Koch, Schulze, & Nöthlings, 2013).

Interestingly, no associations are observed between snacking and the intake of the three food groups, milk and dairy products and fruit and vegetables, whereas the afternoon meal did not reveal any associations with the regular consumption of fatty and salty food or the frequent intake of ready-made meals. This lack of association might indicate an absence of a specific food in the respective eating occasion, suggesting that during the afternoon meal, fruit, milk and dairy products are consumed. During snacking however, the individuals consume fatty and salty foods. The importance of this finding lies in the fact that the perception of having a meal or a snack determines which food accompanies the eating occasion. Furthermore, as studies use the term snack to define both those meals between the three main meals and non-meals, different outcomes on health have been found (Wadhwa & Capaldi, 2012; Wansink et al., 2010). The positive association found between the regular consumption of salty food and forenoon meal, after introducing the other FCHs in the regression analysis, revealed that although this MIB might promote the recommended consumption of milk and dairy products and vegetables, caution should be given.

The consumption of sugary drinks is known to produce disequilibrium in a subject's energy balance due to their high energy supply. Therefore, such drinks cause weight gain and obesity (Hu, 2013; Vartanian, Schwartz, & Brownell, 2007), which may alone explain the poor health outcome of those who prefer DSM. But in addition to the positive associations found with the regular consumption of salty food and the frequent intake of ready-made meals, the probability of weight gain and obesity could be enhanced. DWM is typical in the Mediterranean diet and was frequently reported in our sample, with more women drinking water with meals than men. Our study shows a positive relationship with regard to the intake of two or more portions of fruit and vegetables, which might lead to a healthier diet through DWM. However, it is possible that the relationships observed are not one of cause, but correlated with a person's willingness to follow a healthy diet. Similar findings have been reported in an earlier study where those with a healthier diet also exhibited a healthier selection in their choice of beverage (Duffey & Popkin, 2006). The effect of drinking water for health benefits might be also explained by the positive association linking sugary drinks with obesity (DellaValle, Roe, & Rolls, 2005), because replacing sugary drinks with water will decrease the general energy intake (Vartanian et al., 2007).

The FCHs investigated, with the exception of the recommended consumption of milk and dairy products and vegetables, showed a relationship with age; older people appeared to be less likely to consume fatty and salty food or ready-made meals regularly. Our study supports the findings of others which postulate that the response to newly introduced food patterns is higher in younger people (Van der Horst et al., 2011), whereas older people tend to maintain their traditional eating habits (Bondia-Pons et al., 2010). The



unhealthy FCHs seem to promote themselves and also to prejudice some of the healthy FCHs. Omitting the unhealthy FCHs might therefore have a benefit over the consumption of the healthy FCHs, as the gap produced by the disappearance of the unhealthy FCHs could be filled by the consumption of fruit, vegetables or milk and dairy products.

This study has some limitations that need to be highlighted. Firstly, our sample is not representative of the whole Spanish population. A random selection was not carried out for the entire population but was biased towards the risk groups targeted by the 'Semanas del Corazon', events that helped to identify such groups. Thus, individuals who voluntarily participated in this study might be more sensitive to their own health and to healthy FCHs, and may have changed their MIB as they begun to perceive themselves at risk. This may also explain why more women than men and more number of older than younger individuals participated in the study. Therefore, the results must be interpreted with caution, taking into account these limitations. Nevertheless, even though the selected sample is not entirely representative, a large number of individuals from different Spanish cities were investigated. Furthermore, the cross-sectional design does not permit the assessment of causality limiting the analysis to cross-sectional associations. Finally, the questionnaire used had not been validated by previous studies. Despite these limitations, one of the strengths of this study is that the questionnaire sessions were guided by a trained person, reducing the error obtained by different definitions, for example the distinction between a snack and a meal, and ensuring that the measurements of height and weight were taken directly from the participants. Such procedures safeguard against participant biases of memory, their generalisation of definitions, and their misestimating of measurements.

Maintaining healthy FCHs helps to avoid nutrition-related diseases and illnesses. Our study has demonstrated which MIB could be helpful and which should be avoided in order to attain this goal. Having a forenoon meal was associated with a higher vegetable and milk consumption, having an afternoon meal with a higher fruit and milk intake and DWM increased the probability of fruit and vegetable consumption. Consequently, these MIB might be considered when promoting interventions on healthy diets. However, as snacking and DSM increase the frequency of unhealthy FCHs such as the consumption of fatty, salty, and ready-made meals, policy interventions should try to highlight this and discourage their consumption.

## References

- Alwan, A. (2011). *Global status report on noncommunicable diseases 2010*. Geneva: World Health Organization.
- Aune, D., Norat, T., Romundstad, P., & Vatten, L. J. (2013). Dairy products and the risk of type 2 diabetes. A systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(4), 1066–1083.
- Barbaresco, J., Koch, M., Schulze, M. B., & Nöthlings, U. (2013). Dietary pattern analysis and biomarkers of low-grade inflammation. A systematic literature review. *Nutrition Reviews*, 71(8), 511–527.
- Berg, C., Lappas, G., Wolk, A., Strandhagen, E., Torén, K., Rosengren, A., et al. (2009). Eating patterns and portion size associated with obesity in a Swedish population. *Appetite*, 52(1), 21–26.
- Bes-Rastrollo, M., Sanchez-Villegas, A., Basterra-Gortari, F. J., Nunez-Cordoba, J. M., Toledo, E., & Serrano-Martinez, M. (2010). Prospective study of self-reported usual snacking and weight gain in a Mediterranean cohort. The SUN project. *Clinical Nutrition*, 29(3), 323–330.
- Beunza, J. J., Toledo, E., Hu, F. B., Bes-Rastrollo, M., Serrano-Martinez, M., Sanchez-Villegas, A., et al. (2010). Adherence to the Mediterranean diet, long-term weight change, and incident overweight or obesity. The Seguimiento Universidad de Navarra (SUN) cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(3), 1484–1493.
- Boeing, H., Bechthold, A., Bub, A., Ellinger, S., Haller, D., Kroke, A., et al. (2012). Critical review. Vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *European Journal of Nutrition*, 51(6), 637–663.
- Bondia-Pons, I., Mayneris-Perxachs, J., Serra-Majem, L., Castellote, A. I., Mariné, A., & López-Sabater, M. C. (2010). Diet quality of a population sample from coastal north-east Spain evaluated by a Mediterranean adaptation of the diet quality index (DQI). *Public Health Nutrition*, 13(1), 12–24.
- Brambila-Macias, J., Shankar, B., Capacci, S., Mazzocchi, M., Perez-Cueto, F. J., Verbeke, W., et al. (2011). Policy interventions to promote healthy eating. A review of what works, what does not, and what is promising. *Food and Nutrition Bulletin*, 32(4), 365–375.
- Da Silva, R., Bach-Faig, A., Raidó Quintana, B., Buckland, G., Vaz de Almeida, M. D., & Serra-Majem, L. (2009). Worldwide variation of adherence to the Mediterranean diet, in 1961–1965 and 2000–2003. *Public Health Nutrition*, 12(9A), 1676–1684.
- DellaValle, D. M., Roe, L. S., & Rolls, B. J. (2005). Does the consumption of caloric and non-caloric beverages with a meal affect energy intake? *Appetite*, 44(2), 187–193.
- Duffey, K. J., & Popkin, B. M. (2006). Adults with healthier dietary patterns have healthier beverage patterns. *The Journal of Nutrition*, 136(11), 2901–2907.
- Elwood, P. C., Pickering, J. E., Givens, D. I., & Gallacher, J. E. (2010). The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes. An overview of the evidence. *Lipids*, 45(10), 925–939.
- Golzarand, M., Mirmiran, P., Jessri, M., Toolabi, K., Mojarad, M., & Azizi, F. (2012). Dietary trends in the Middle East and North Africa. An ecological study (1961 to 2007). *Public Health Nutrition*, 15(10), 1835–1844.
- Halkjaer, J., Tjønneland, A., Overvad, K., & Sørensen, T. I. A. (2009). Dietary predictors of 5-year changes in waist circumference. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(8), 1356–1366.
- Heaney, R. P. (2000). Calcium, dairy products and osteoporosis. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(Suppl. 2), 83–99.
- Hu, F. B. (2013). Resolved. There is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obesity Reviews*, 14(8), 606–619. doi:10.1111/obr.12040.
- Kerver, J. M., Yang, E. J., Obayashi, S., Bianchi, L., & Song, W. O. (2006). Meal and snack patterns are associated with dietary intake of energy and nutrients in US adults. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(1), 46–53.
- Márquez-Sandoval, F., Bulló, M., Vizmanos, B., Casa-Agustench, P., & Salas-Salvadó, J. (2008). Un patrón de alimentación saludable. La dieta mediterránea tradicional. *Antropo*, 16, 11–22.
- Marín-Guerrero, A. C., Gutiérrez-Fisac, J. L., Guallar-Castillón, P., Banegas, J. R., & Rodríguez-Artalejo, F. (2008). Eating behaviours and obesity in the adult population of Spain. *The British Journal of Nutrition*, 100(5), 1142–1148.
- Martínez-González, M. A., de la Fuente-Arrillaga, C., Nunez-Cordoba, J. M., Basterra-Gortari, F. J., Beunza, J. J., Vazquez, Z., et al. (2008). Adherence to Mediterranean diet and risk of developing diabetes. Prospective cohort study. *British Medical Journal*, 336(7657), 1348–1351.
- Martínez-González, M. A., García-López, M., Bes-Rastrollo, M., Toledo, E., Martínez-Lapiscina, E. H., Delgado-Rodríguez, M., et al. (2011). Mediterranean diet and the incidence of cardiovascular disease. A Spanish cohort. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 21(4), 237–244.
- Oltersdorf, U., Schlettwein-Gsell, D., & Winkler, G. (1999). Assessing eating patterns. An emerging research topic in nutritional sciences. Introduction to the symposium. *Appetite*, 32(1), 1–7.
- Pérez-Cueto, F. J., Verbeke, W., de Barcellos, M. D., Kehagia, O., Chrysoschoidis, G., Scholderer, J., et al. (2010). Food-related lifestyles and their association to obesity in five European countries. *Appetite*, 54(1), 156–162.
- Perk, J., De Backer, G., Gohlke, H., Graham, I., Reiner, Z., Verschuren, M., et al. (2012). European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *European Heart Journal*, 33(13), 1635–1701.
- Popkin, B. M. (2001). Nutrition in transition. The changing global nutrition challenge. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 10(Suppl.), 13–18.
- Rees, K., Dyakova, M., Ward, K., Thorogood, M., & Brunner, E. (2013). Dietary advice for reducing cardiovascular risk. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).
- Salvador Castell, G., Mataix Verdú, J., & Serra-Majem, L. (2006). Grupos de alimentos. In L. Serra-Majem (Ed.), *Nutrición y salud pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. (2nd ed., pp. 38–51). Barcelona, Spain: Masson, S.A.
- Sayon-Orea, C., Bes-Rastrollo, M., Basterra-Gortari, F. J., Beunza, J. J., Guallar-Castillon, P., de la Fuente-Arrillaga, C., et al. (2013). Consumption of fried foods and weight gain in a Mediterranean cohort. The SUN project. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 23(2), 144–150.
- Trichopoulos, A., Costacou, T., Bamia, C., & Trichopoulos, D. (2003). Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *New England Journal of Medicine*, 348(26), 2599–2608.
- Turconi, G., Rossi, M., Roggi, C., & Maccarini, L. (2013). Nutritional status, dietary habits, nutritional knowledge and self-care assessment in a group of older adults attending community centres in Pavia, Northern Italy. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 26(1), 48–55.
- Van der Horst, K., Brunner, T. A., & Siegrist, M. (2011). Fast food and take-away food consumption are associated with different lifestyle characteristics. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 24(6), 596–602.
- Vartanian, L. R., Schwartz, M. B., & Brownell, K. D. (2007). Effects of soft drink consumption on nutrition and health. A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Public Health*, 97(4), 667–675.
- Wadhwa, D., & Capaldi, E. D. (2012). Categorization of foods as “snack” and “meal” by college students. *Appetite*, 58(3), 882–888.
- Wansink, B., Payne, C. R., & Shimizu, M. (2010). “Is this a meal or snack?” Situational cues that drive perceptions. *Appetite*, 54(1), 214–216.
- World Health Organization. (2000). Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep* (Vol. 894, pp. 1–253). Geneva: World Health Organization.

## 5.2 Artículo II

### **Associations between meal intake behaviour and abdominal obesity in Spanish adults.**

Keller, K., Rodríguez López, S. & Carmenate Moreno, M.M.

*Appetite*. 92, 1-6 (2015)



## Research report

# Association between meal intake behaviour and abdominal obesity in Spanish adults <sup>☆</sup>



Kristin Keller <sup>\*</sup>, Santiago Rodríguez López, Margarita M. Carmenate Moreno

Departamento de Biología, Facultad de Ciencia, Universidad Autónoma de Madrid, Edificio de Biología, Calle Darwin No.2, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, Madrid 28049, Spain

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 3 March 2015

Received in revised form 21 April 2015

Accepted 27 April 2015

Available online 4 May 2015

## Keywords:

Abdominal obesity  
Meal intake behaviour  
Afternoon meal  
Forenoon meal  
Snacking  
Spanish adults

## ABSTRACT

The study aims to evaluate the association between abdominal obesity with meal intake behaviour such as having a forenoon meal, having an afternoon meal and snacking. This cross-sectional study includes  $n = 1314$  participants aged 20–79 who were interviewed during the Cardiac health “Semanas del Corazon” events in four Spanish cities (Madrid, Las Palmas, Seville and Valencia) in 2008. Waist circumference, weight and height were assessed to determine abdominal obesity (waist circumference:  $\geq 88$  cm in women and  $\geq 102$  cm in men) and BMI, respectively. The intake of forenoon and afternoon meal and snacking between the participants’ regular meals were assessed with a questionnaire that also included individual risk factors. The information obtained about diet was required to calculate an Unhealthy Habit Score and a score reflecting the Achievement of Dietary Guidelines. Adjusted logistic regressions were used to examine the association between abdominal obesity and the mentioned meal intake behaviour controlling for sex, age, individual risk factors, BMI and diet. Having an afternoon meal (OR 0.60; 95% CI (0.41–0.88)) was negatively associated with abdominal obesity after adjusting for all confounders, whereas the positive association of snacking (OR 1.39; 95% CI (1.05–1.85)) was not independent of BMI (OR 1.25; 95% CI (0.84–1.87)). Taking a forenoon meal did not show any associations (OR 0.92; 95% CI (0.63–1.34)) with abdominal obesity. The results obtained could be helpful in the promotion of healthy habits in nutritional education programmes and also in health programmes preventing abdominal obesity.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

## Introduction

Central or abdominal obesity (AO) is independently associated with increased risk of cardiovascular diseases, type 2 diabetes and metabolic disorders, which demonstrates that it is not only the accumulation of fat per se but its distribution in the body that determines a direct health risk (Després, 2012). AO has multifactorial causes, including genetic and behavioural factors (WHO, 2008). Although the former is not modifiable within a short period of time, the latter changed dramatically during the last decades and therefore might be one of the principal sources of the obesity epidemic observed in most of the world’s populations (Popkin, 2001). Diet and physical activity are behavioural factors that mainly contribute to the energy imbalance. Thus, their investigation is of importance to provide information for prevention and treatment of AO (WHO, 2000). Numerous studies have been conducted to identify which nutrients or food groups are related to weight gain (Mesas,

Muñoz-Pareja, López-García, & Rodríguez-Artalejo, 2012). But the results found are inconsistent as their effect might be minimized when investigated separately (Gargallo Fernández et al., 2012). Consequently, research started to pay attention to meal intake behaviours (MIB) as they may unify different food groups and nutrients, and therefore have been shown to be important in the obesity research (Mesas et al., 2012).

MIB – such as the eating frequency, the daily number and kind of meals taken, as well as snacking – is shown to be associated with Body Mass Index (BMI) and central obesity (Berg et al., 2009; Deshmukh-Taskar, Nicklas, Radcliffe, O’Neil, & Liu, 2012; Holmbäck, Ericson, Gullberg, & Wirfält, 2010; Ma et al., 2003; Marín-Guerrero, Gutiérrez-Fisac, Guallar-Castillón, Banegas, & Rodríguez-Artalejo, 2008; Mesas et al., 2012; van der Heijden, Hu, Rimm, & van Dam, 2007) and also to regulate food intake (Holmbäck et al., 2010; Howarth, Huang, Roberts, Lin, & McCrory, 2007; Kerver, Yang, Obayashi, Bianchi, & Song, 2006). Eating frequency is one of the most investigated MIB, but the relations found with obesity are controversial, perhaps due to the fact that eating occasions – meals and snacks – are generally not investigated separately and/or the kind of meal is not specified. For example, Gigante, Barros, Post, and Olinto (1997) and Ma et al. (2003) showed that a lower frequency of obesity was associated with eating more than three times per day

<sup>☆</sup> Acknowledgement: We acknowledge the contribution of the “Universidad Autónoma de Madrid” in terms of a studentship given to one of the authors.

<sup>\*</sup> Corresponding author.

E-mail address: [kristin.keller@uam.es](mailto:kristin.keller@uam.es) (K. Keller).

compared to three times or less, whereas Howarth et al. (2007) observed that eating frequency of more than six times compared to three or less was associated with a higher BMI. In contrast, Berg et al. (2009) did not find any associations between obesity and eating frequency. However, when eating frequency was evaluated separately defining meals and snacks, only the latter was positively associated with BMI, whereas eating snack food also has been homogeneously found to be associated with weight gain (Howarth et al., 2007; Mesas et al., 2012). Thus, differentiating between meals and snacks might be of importance to obtain explicit results as the quantity and, moreover, the quality of the food ingested may vary when perceiving an eating occasion as meal or as snack (Wadhera & Capaldi, 2012; Wansink, Payne, & Shimizu, 2010). On the other hand most previous studies do not consider AO as an independent health indicator. A systematic review (Mesas et al., 2012) examining the association between selected eating behaviours and excess body weight reported only two studies that investigated eating frequency and snacking considering waist circumference or AO in adults as outcome variable (Halkjaer, Tjønneland, Overvad, & Sørensen, 2009; Holmbäck et al., 2010).

In the Spanish population there are commonly two traditional meals between the three main meals (breakfast, lunch and dinner), named 'media mañana' (forenoon meal) and 'merienda' (afternoon meal). Both are underexplored due to the lack of differentiation within the eating occasions (meal vs. snack). As both eating occasions are perceived as meals their consequences over the food intake (Keller, Rodríguez López, Carmenate Moreno, & Acevedo Cantero, 2014) and their quality and quantity (Wadhera & Capaldi, 2012; Wansink et al., 2010) may differ from snacking, and therefore they might be associated with different health indicators. Hence, the present study aims to evaluate the association between AO and MIB such as forenoon meal, afternoon meal and snacking between the regularly taken meals in Spanish adults.

## Materials and methods

### Study population

This cross-sectional study examined data from 1314 adults, 831 women and 483 men, aged between 20 and 79 (mean age  $57.8 \pm 14.9$  years), who were interviewed in 2008 in four Spanish cities (Madrid, Las Palmas, Seville and Valencia) during the "Semanas del Corazon" (Weeks of the heart) events organized by the "Fundación Española del Corazón" and the "Sociedad Española de Cardiología". As the purpose of these events was to identify cardiovascular risk factors and to transmit recommendations for healthier lifestyles, we did not carry out a random selection but accepted all volunteers. Hence, the sample includes a greater number of women as well as older persons, which might represent those population groups with a higher health consciousness and/or a higher risk perception for cardiovascular disease. The study included all subjects within the above-mentioned age range who took part in the measurements of height, weight and waist circumference, and who completed a questionnaire that provided information about age, sex and lifestyle factors. Participants were excluded if they could not visit the event without help, i.e., when they were supported by other persons or used a wheelchair. A written informed consent was obtained before the anthropometric measurements and the questionnaire was carried out by trained persons. Standardized anthropometric instruments were used, following the recommendation of the International Biological Program (Weiner & Lourie, 1981). This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki (WMA, 2013) and all procedures involving human participants were approved by the ethical commission of the 'Fundación Española del Corazón'.

### Anthropometric variables

AO was estimated from waist circumference – which was measured midway between the lowest rib and the iliac crest – considering the cut-off points of 88 cm in women and 102 cm in men (Alberti et al., 2009; NCEP, 2001). The calculation of BMI was based on measurements of weight and height, employing the equation of weight (kg) divided by the square of height. When necessary the participants were classified as normal weight (18.5–24.9 kg/m<sup>2</sup>), overweight (25–29.9 kg/m<sup>2</sup>) and obese ( $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>) according to WHO (2000).

### Meal intake behaviour

The MIB considered were: (i) the intake of the forenoon meal and (ii) afternoon meal and (iii) snacking between the participants' regularly taken meals. They were assessed by questioning whether the participants had regular breakfast, forenoon meal, lunch, afternoon meal and dinner, asking separately for those five meals (1 = yes/2 = no). To rate for snacking behaviour, participants were asked if they eat between their regular meals (1 = yes/2 = no). We also created a variable to assess the intake of all the three main meals (1 = yes, breakfast, lunch and dinner were regularly eaten/2 = no).

### Dietary variables

We created a score reflecting the Achievement of the Dietary Guideline (ADGS). Therefore, we assessed the usual daily consumed portion of five food groups: (i) meat, fish and eggs, (ii) milk and dairy products, (iii) fruit, (iv) vegetables, and (v) bread, pasta, rice and cereal. We recoded them based on the daily recommended consumption, following the Spanish dietary guidelines presented by Salvador Castell, Mataix Verdú, and Serra-Majem (2006). One point was obtained for each food group when the daily recommended consumption was achieved: (a) meat, fish and eggs (less than three rations), (b) milk and dairy products (more than one ration), (c) fruit (more than one ration), (d) vegetables (more than one ration), and (e) bread, pasta, rice and cereals (more than three rations). To prevent very small frequencies within the ADGS range (0–5) the score was categorized as: 1 = very low (0–1), 2 = low (2), 3 = middle (3) and 4 = high (4–5).

We also created an Unhealthy Habit Score (UHS) based on the regular consumption of: (i) fatty food, (ii) ready-made meals and (iii) salty food, (iv) the use of salt on already cooked meals, and (v) the intake of sugary drinks with the meals (1 = yes/2 = no). Points were given when participants confirmed each specific habit. The score ranged from 0 to 5, but was recoded as 1 = very low (0), 2 = low (1), 3 = middle (2) and 4 = high (3–5) for the analysis.

### Individual risk factors

Finally, we assessed individual risk factors such as smoking, alcohol consumption and physical activity during leisure time. The alcohol consumption and smoking were determined when asking whether the habits were conducted (1 = yes/2 = no). Physical activity performed during leisure time was based on the self-reported level of the carried out activity (coded 1 = sedentary lifestyle, 2 = light exercise, and 3 = moderate and/or intensive exercise).

### Statistical analysis

Study population characteristics according to sex and AO were analysed through Student's t-test/Mann-Whitney U-test and  $\chi^2$  test, for continuous and categorical variables, respectively. First, we evaluated the associations between the MIB (in this case they were used as a dependent variable) and the confounders (sex, age, individual



risk factors, the intake of the three main meals, BMI, ADGS and UHS) by using logistic regression, controlling for the mutual effect within the MIB by introducing in the analysis those MIB not used as dependent variables. Thereafter, logistic regression models assessed the association between the risk of experiencing AO (dependent variable) and the MIB (main independent variable). Model 1 adjusted for the covariates age, sex, smoking, drinking alcohol, physical activity performed in leisure time and the intake of all the three main meals. Models 2, 3 and 4 added BMI, the Achievement of the Dietary Guideline Score and the Unhealthy Habit Score, respectively. Finally, Model 5 introduced all the confounders in the regression. The software package SPSS 17 was used to conduct the statistical analysis considering  $p$ -value  $< 0.05$  as statistically significant.

## Results

The characteristics of the sample according to sex and the prevalence of AO are shown in Table 1. Women compared to men showed a higher percentage of AO, but a smaller frequency of overweight, whereas both sexes showed the same likelihood to be obese. No age differences were found between men and women, but men were more likely to smoke, to drink alcohol and to perform moderate or intensive physical activity during their spare time, whereas women were more likely to perform light exercise or be sedentary. Women also achieved higher frequencies in the middle and high categories of the ADGS and the very low category of the UHS. Of the total

sample, about 30% realized a forenoon meal compared to nearly half who regularly had an afternoon meal, whereas only a quarter of the participants usually snacked between their regular meals. Men were less likely to have a forenoon as well as an afternoon meal, whereas no significant differences were observed according to AO. Participants with AO compared to those without AO did not show differences regarding the ADGS or the UHS. But the former were less likely to perform moderate or intensive physical activity, to drink alcohol or to smoke.

Table 2 shows the association between the investigated MIB – forenoon meal, afternoon meal and snacking – with the confounders. None of the investigated MIB showed association with sex, age, the individual risk factors and BMI, or with the confounder: realization of all of the three main meals. The higher categories of the ADGS compared to the very low category increased the probability of having an afternoon meal, whereas the probability of having a forenoon meal increased only with the high category of this score. In contrast to the other two MIB, snacking did not show associations with this confounder but its probability increased with the higher categories of the UHS. One can also observe that having an afternoon meal was associated with having a forenoon meal and vice versa, whereas associations with snacking were not found.

The associations between AO and the three MIB are described in Table 3. Having a forenoon meal did not show associations with AO, whereas the intake of the afternoon meal was associated negatively with AO, even after adjusting for all confounders. In

**Table 1**  
Study population characteristics according to sex and abdominal obesity.

	Sex n (%) / Mean $\pm$ SD			Abdominal obesity n (%) / Mean $\pm$ SD			Total
	Men (n = 483)	Women (n = 831)	p-Value	Yes (n = 651)	No (n = 663)	p-Value	
WC (cm)	97.7 $\pm$ 10.3	90.1 $\pm$ 12.0	<0.001	100.8 $\pm$ 8.9	85.2 $\pm$ 9.3	<0.001	92.9 $\pm$ 12.0
Normal WC	314 (65.0)	349 (42.0)	<0.001				663 (50.5)
Abdominal obesity	169 (35.0)	482 (58.0)					651 (49.5)
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	28.2 $\pm$ 3.6	28.1 $\pm$ 5.0	0.067	30.9 $\pm$ 4.1	25.4 $\pm$ 2.9	<0.001	28.1 $\pm$ 4.5
Normal weight (18.5–24.9 kg/m <sup>2</sup> )	84 (17.4)	230 (27.7)	<0.001	21 (3.2)	293 (44.2)	<0.001	314 (23.9)
Overweight (25–29.9 kg/m <sup>2</sup> )	260 (53.8)	357 (43.0)		281 (43.2)	336 (50.7)		617 (47.0)
Obese ( $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> )	139 (28.8)	244 (29.4)		349 (53.6)	34 (5.1)		383 (29.1)
Age (years)	57.9 $\pm$ 14.8	57.7 $\pm$ 14.9	0.836	61.1 $\pm$ 12.9	54.6 $\pm$ 16.0	<0.001	57.8 $\pm$ 14.9
20–44 years	103 (21.3)	161 (19.4)	0.311	87 (13.4)	177 (26.7)	<0.001	264 (20.1)
45–64 years	179 (37.1)	343 (41.3)		257 (39.5)	265 (40.0)		522 (39.7)
$\geq 64$ years	201 (41.6)	327 (39.4)		307 (47.2)	221 (33.3)		528 (40.2)
Smoking (yes)	88 (18.2)	102 (12.3)	<0.01	73 (11.2)	117 (17.6)	<0.001	190 (14.5)
Drinking alcohol (yes)	299 (61.9)	335 (40.3)	<0.001	283 (43.5)	351 (52.9)	<0.001	634 (48.2)
Physical activity during spare time							
Sedentary	79 (16.4)	202 (24.3)	<0.001	143 (22.4)	135 (20.4)	<0.01	281 (21.4)
Smooth	137 (28.4)	302 (36.3)		240 (36.9)	199 (30.0)		439 (33.4)
Moderate + intensive	267 (55.3)	327 (39.4)		265 (40.7)	329 (49.6)		594 (45.2)
Achievement of the Dietary Guideline Score							
Very low (0–1)	72 (14.9)	77 (9.3)	<0.001	80 (12.3)	69 (10.4)	0.624	149 (11.3)
Low (2)	161 (33.3)	188 (22.6)		165 (25.3)	184 (27.7)		349 (26.6)
Middle (3)	179 (37.1)	378 (45.5)		277 (42.5)	280 (42.2)		557 (42.4)
High (4–5)	71 (14.7)	188 (22.6)		129 (19.8)	130 (19.6)		259 (19.7)
Unhealthy Habit Score							
Very low (0)	178 (36.9)	373 (44.9)	<0.01	277 (42.5)	274 (41.3)	0.393	551 (41.9)
Low (1)	139 (28.8)	238 (28.6)		196 (30.1)	181 (27.3)		377 (28.8)
Middle (2)	92 (19.0)	129 (15.5)		100 (15.4)	121 (18.3)		221 (16.8)
High (3–5)	74 (15.3)	91 (11.0)		78 (12.0)	87 (13.1)		165 (12.6)
Meal intake behaviour (yes)							
Intake of all the three main meals	448 (92.8)	787 (94.7)	0.151	619 (95.1)	616 (92.9)	0.097	1235 (94.0)
Intake of							
Breakfast	460 (95.2)	805 (96.9)	0.132	632 (97.1)	633 (95.5)	0.124	1265 (96.3)
Forenoon meal	158 (32.7)	326 (39.2)	<0.05	233 (35.8)	251 (37.9)	0.437	484 (36.8)
Lunch	480 (99.2)	823 (99.0)	0.512	647 (99.4)	656 (98.9)	0.380	1303 (99.2)
Afternoon meal	166 (34.4)	432 (52.0)	<0.001	281 (43.2)	317 (47.8)	0.091	598 (45.5)
Dinner	470 (97.3)	816 (98.2)	0.283	641 (98.5)	645 (97.3)	0.139	1286 (97.9)
Snacking	109 (22.6)	220 (26.5)	0.115	178 (27.3)	151 (22.8)	0.056	329 (25.0)

<sup>a</sup> Categories of BMI according to WHO (2000).  
n, number; SD, standard deviation.

**Table 2**

OR (95% CI) for the MIB – the intake of the forenoon meal and afternoon meal and snacking between the participants' regularly taken meals – by sex, age, smoking, drinking alcohol and physical activity in leisure time, the intake of all the three main meals, the Achievement of the Dietary Guideline Score and Unhealthy Habit Score mutually adjusted by the MIB not considered to be the dependent variable in each regression.

	Having a forenoon meal	Having an afternoon meal	Snacking
	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)
Sex (men) <sup>a</sup>	1.04 (0.79–1.37)	<b>0.57 (0.43–0.74)</b>	0.75 (0.56–1.01)
Age (years)	0.99 (0.98–1.00)	1.00 (0.99–1.01)	0.99 (0.98–1.00)
Smoking (yes) <sup>a</sup>	1.02 (0.69–1.49)	0.88 (0.60–1.29)	1.07 (0.73–1.56)
Drinking alcohol (yes) <sup>a</sup>	1.00 (0.77–1.29)	0.78 (0.61–1.01)	0.98 (0.74–1.29)
Physical activity during spare time <sup>a</sup>			
Smooth	1.27 (0.88–1.84)	0.94 (0.65–1.35)	0.77 (0.53–1.11)
Moderate + intensive	1.31 (0.92–1.87)	0.87 (0.61–1.24)	0.81 (0.57–1.16)
Realization of all the three main meals (yes) <sup>a</sup>	0.62 (0.37–1.06)	0.61 (0.36–1.05)	0.96 (0.56–1.65)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	1.01 (0.99–1.04)	0.97 (0.94–1.00)	1.03 (1.00–1.06)
Achievement of the Dietary Guideline Score <sup>a</sup>			
Low (2)	1.34 (0.82–2.21)	<b>2.66 (1.59–4.43)</b>	1.50 (0.93–2.42)
Middle (3)	1.41 (0.86–2.30)	<b>4.18 (2.53–6.92)</b>	1.47 (0.91–2.36)
High (4–5)	<b>3.03 (1.79–5.13)</b>	<b>3.76 (2.19–6.48)</b>	1.42 (0.84–2.40)
Unhealthy Diet Score <sup>a</sup>			
Low (1)	1.07 (0.78–1.45)	0.77 (0.57–1.05)	<b>2.21 (1.57–3.10)</b>
Middle (2)	1.32 (0.91–1.92)	0.71 (0.49–1.03)	<b>3.06 (2.08–4.50)</b>
High (3–5)	1.19 (0.76–1.86)	1.26 (0.80–1.97)	<b>5.51 (3.56–8.54)</b>
Having a forenoon meal <sup>a</sup>		<b>5.41 (4.17–7.01)</b>	1.17 (0.88–1.57)
Having an afternoon meal <sup>a</sup>	<b>5.42 (4.18–7.03)</b>		1.25 (0.93–1.68)
Snacking <sup>a</sup>	1.16 (0.86–1.56)	1.26 (0.94–1.69)	

<sup>a</sup> Reference categories (OR = 1): sex–women, smoking–no, alcohol consumption–no, physical activity in leisure time–sedentary, realization of all the three main meals–no, achievement of the Dietary Guideline Score–very low, Unhealthy Diet Score–very low, having a forenoon meal–no, having an afternoon meal–no, snacking–no. Values in bold:  $p < 0.05$ .

contrast snacking between the regular meals did not remain associated positively after the adjustment for BMI. Men were less likely to experience AO than women, whereas age and BMI were positively associated with the risk factor. Moderate and intensive physical activity decreased the probability of AO but the association did not hold after adjusting for BMI. Compared to the very low category of the ADGS, the low, middle and high category decreased the risk of having AO. Whereas the higher category of the UHS compared to

the very low one increased the risk, the association also did not remain after adjusting for BMI.

## Discussion

The aim of the study was to investigate the associations between AO and several MIB such as the intake of the forenoon meal, the intake of the afternoon meal and snacking between the

**Table 3**

OR (95% CI) for AO by MIB.

	Model 1 <sup>a</sup>	Model 2 <sup>b</sup>	Model 3 <sup>c</sup>	Model 4 <sup>d</sup>	Model 5 <sup>e</sup>
	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)
Having a forenoon meal <sup>f</sup>	1.05 (0.81–1.37)	0.93 (0.64–1.35)	1.08 (0.83–1.41)	1.05 (0.81–1.37)	0.92 (0.63–1.34)
Having an afternoon meal <sup>f</sup>	<b>0.64 (0.49–0.82)</b>	<b>0.58 (0.40–0.84)</b>	<b>0.68 (0.52–0.88)</b>	<b>0.64 (0.49–0.83)</b>	<b>0.60 (0.41–0.88)</b>
Snacking <sup>f</sup>	<b>1.48 (1.13–1.95)</b>	1.37 (0.93–2.02)	<b>1.49 (1.13–1.96)</b>	<b>1.39 (1.05–1.85)</b>	1.25 (0.84–1.87)
Sex (men) <sup>f</sup>	<b>0.38 (0.29–0.49)</b>	<b>0.10 (0.07–0.15)</b>	<b>0.36 (0.28–0.47)</b>	<b>0.37 (0.28–0.48)</b>	<b>0.10 (0.06–0.14)</b>
Age (years)	<b>1.04 (1.03–1.05)</b>	<b>1.04 (1.02–1.05)</b>	<b>1.04 (1.03–1.05)</b>	<b>1.04 (1.03–1.05)</b>	<b>1.04 (1.03–1.06)</b>
Smoking (yes) <sup>f</sup>	0.88 (0.62–1.25)	1.53 (0.92–2.53)	0.85 (0.60–1.21)	0.85 (0.60–1.21)	1.47 (0.88–2.44)
Drinking alcohol (yes) <sup>f</sup>	0.85 (0.67–1.07)	0.84 (0.60–1.18)	0.84 (0.66–1.07)	0.85 (0.67–1.08)	0.83 (0.59–1.17)
Physical activity during spare time <sup>f</sup>					
Smooth	0.77 (0.55–1.08)	1.00 (0.62–1.62)	0.82 (0.58–1.16)	0.80 (0.57–1.13)	1.08 (0.66–1.76)
Moderate + intensive	<b>0.57 (0.41–0.79)</b>	0.91 (0.50–1.30)	<b>0.61 (0.43–0.85)</b>	<b>0.60 (0.43–0.83)</b>	0.88 (0.54–1.43)
Intake of all the three main meals (yes) <sup>f</sup>	1.19 (0.72–1.96)	0.67 (0.34–1.30)	1.34 (0.81–2.23)	1.24 (0.75–2.04)	0.78 (0.39–1.54)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		<b>2.03 (1.87–2.20)</b>			<b>2.03 (1.87–2.20)</b>
Achievement of the Dietary Guideline Score <sup>f</sup>					
Low (2)			<b>0.61 (0.40–0.94)</b>		0.68 (0.37–1.24)
Middle (3)			<b>0.54 (0.36–0.83)</b>		0.62 (0.35–1.11)
High (4–5)			<b>0.54 (0.34–0.86)</b>		0.72 (0.38–1.38)
Unhealthy Diet Score <sup>f</sup>					
Low (1)				1.25 (0.94–1.67)	1.28 (0.85–1.93)
Middle (2)				1.10 (0.77–1.56)	1.36 (0.83–2.24)
High (3–5)				1.52 (1.00–2.32)	1.79 (0.97–3.31)

<sup>a</sup> Model 1: adjusted for sex, age, and individual risk factors (smoking, alcohol consumption, physical activity in leisure time), intake of all the three main meals.

<sup>b</sup> Model 2: Model 1 and BMI.

<sup>c</sup> Model 3: Model 1 and Achievement of the Dietary Guideline Score.

<sup>d</sup> Model 4: Model 1 and Unhealthy Habit Score.

<sup>e</sup> Model 5: Model 1 and BMI, Achievement of the Dietary Guideline Score, Unhealthy Habit Score.

<sup>f</sup> Reference categories (OR = 1): sex–women, smoking–no, alcohol consumption–no, physical activity in leisure time–sedentary, realization of all the three main meals–no, Achievement of the Dietary Guideline Score–very low, Unhealthy Diet Score–very low, having a forenoon meal–no, having an afternoon meal–no, snacking–no. Values in bold:  $p < 0.05$ .

participants' regular meals, in order to analyse if these MIBs are able to decrease/increase the probability of AO. The results suggest that having an afternoon meal is negatively associated with AO, while snacking shows a positive relation. In contrast, the forenoon meal does not show any associations with AO. Whereas the association of the afternoon meal is robust to controls for confounders such as sex, age, individual risk factors, BMI, the intake of all the three main meals and independent of whether unhealthy habits are conducted (UHS) or dietary guidelines followed (ADGS), the association with snacking does not reach statistical significance after the analysis was adjusted for BMI. The forenoon and also the afternoon meal show positive association with the ADGS, whereas snacking is positively related with the UHS.

In contrast to other countries, five meals are undertaken regularly in Spain – breakfast, forenoon meal, lunch, afternoon meal and dinner. Perceiving the intake between the three main meals as meals rather than snacks has consequences over nutritional quality (Keller et al., 2014) and over the quantity consumed in the meals which follow, and may compensate for meals skipped, such as breakfast or lunch (Capaldi, Quinn, & Privitera, 2006; Wansink et al., 2010). The forenoon and afternoon meal are MIBs that are clearly underexplored, as studies about meal patterns do not usually differentiate within the meals or they take into account only the three main meals (Mesas et al., 2012), coding the rest of the eating occasions as snacking. Furthermore, due to the fact that the forenoon and afternoon meals are traditional meals within Spain, they are possibly less represented in other populations. Therefore, our findings are of significance as we have detected an association revealing that individuals who have an afternoon meal are less likely to be abdominally obese. This finding might be explained by the food consumed during this meal as the intake of the afternoon meal could promote a healthier diet as has been found in a previous study carried out by the authors (Keller et al., 2014). But our results indicate that the association between AO with the intake of the afternoon meal is independent from the ADGS. It seems that the fulfilment of dietary recommendations does not account for the associations. Another possible explanation might be that the afternoon meal – perceived as a meal – might affect the subsequent eating occasion. It has been shown that individuals who consider an eating occasion a meal rather than a snack consume less in the following eating occasion even though the food eaten was the same (Wadhwa & Capaldi, 2012; Wansink et al., 2010). The meal following the afternoon meal is dinner, which might be a critical meal as most of the energy taken during the day is consumed in this late eating occasion (Howarth et al., 2007), which therefore has important metabolic consequences. The benefits occurring from a smaller intake during dinner might provoke the effects of the afternoon meal over AO (Jakubowicz, Barnea, Wainstein, & Froy, 2013; Scheer, Morris, & Shea, 2013).

Snacking – defined as eating occasions taken by the participants between their regular meals – shows a positive relation with AO, but this association is not independent of BMI. One study investigated the intake of several small amounts of food compared to the intake of three main meals and afternoon tea (Marín-Guerrero et al., 2008) and found associations with obesity in women independent of confounders. Several small amounts of food might lead to higher consumption of snack food (Wansink et al., 2010) as the constitution of snack food facilitates the intake of several small eating occasions (Hartmann, Siegrist, & van der Horst, 2012). Snacking, as taken between the regular meals of the participants, might also favour the intake of small amounts of food and therefore explain the associations with AO. One study found that snacking was more prevalent within obese individuals and that it increased the total energy intake due to an increased energy intake from cake, cookies, candies and chocolate. This finding was consistent with another study investigating the change in waist circumference within five years

with the intake of different food groups. An association was found with snack food like chocolates, sweets, potato chips and french fries (Halkjaer et al., 2009). In our study we found an association between the UHS and snacking, which shows that, compared to individuals with a very low intake of unhealthy food, individuals with an increased consumption are more likely to snack between the five main meals. The attenuation of the associations between AO and snacking through BMI might have its origin in the possible relation between BMI and snacking. Persons with a higher BMI could be more likely to snack as was found by the study of Bertéus Forslund, Torgerson, Sjöström, and Lindroos (2005), mentioned above. Moreover, our results also showed a marginally significant association between snacking and BMI.

We found that a low, middle and high ADGS in comparison with a very low one increased the possibility of having an afternoon meal. One could assume that it is the greater number of meals that increases the probability of achieving the recommendations assessed by the ADGS as the quantity of the food consumed increases with each eating occasion. But then snacking between the regular meals should demonstrate the same relation as the quantity of the food eaten also increases. However, no associations were found with the ADGS. Instead, snacking was associated positively with the UHS, indicating that this MIB might promote unhealthy habits. The consequence of this finding is of importance as it shows that it is not just the introduction of an additional eating occasion that might promote a healthier diet or decrease the risk of AO but the establishment of an eating occasion perceived and performed as a meal defined as in the Spanish context rather than a snack between one's regular meals.

Several limitations in this study need to be highlighted. First, the sample is not representative of the Spanish population as the individuals were not randomly selected. The "Semanas del Corazón" events are dedicated to the prevention of cardiovascular diseases, and thus people concerned with these issues might be more likely to voluntarily participate. For this reason, our findings cannot be generalized to the Spanish population, as the people of our sample might be more aware of their health-related behaviour. Another limitation is the cross-sectional design of the study, which limits the causal relationships, and only allows evaluation of the association between MIB and AO. Finally, the questionnaire used had not been validated by previous studies. However, the strengths of this study are the use of a questionnaire guided by a trained person and the direct measurements of waist circumference, weight and height, ensuring basic objectivity in the investigation and preventing errors of memory inexactness when remembering eating behaviour or response errors in self-reported measurements.

In conclusion, our study suggests that the intake of an afternoon meal decreases the probability of AO, independent of sex, age, lifestyle factors, BMI, the realization of all the three main meals, the consumption of unhealthy food and the achievement of dietary recommendations. The association found between the afternoon meal and AO is of special interest, as this MIB represents a traditional eating behaviour within the Spanish population. Therefore this result might be of importance for programmes preventing AO. Although the positive association of snacking between the participants' regular meals with AO is degraded by BMI, it should be taken into account by public health professionals as it is also associated with unhealthy eating behaviour. However, further prospective studies are needed in order to confirm the results of our cross-sectional study.

## References

- Alberti, K. G., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., et al. (2009). Harmonizing the metabolic syndrome. A joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart

- Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*, 120(16), 1640–1645.
- Berg, C., Lappas, G., Wolk, A., Strandhagen, E., Torén, K., Rosengren, A., et al. (2009). Eating patterns and portion size associated with obesity in a Swedish population. *Appetite*, 52(1), 21–26.
- Bertéus Forslund, H., Torgerson, J. S., Sjöström, L., & Lindroos, A. K. (2005). Snacking frequency in relation to energy intake and food choices in obese men and women compared to a reference population. *International Journal of Obesity*, 29(6), 711–719.
- Capaldi, E. D., Quinn, J., & Privitera, G. J. (2006). Isocaloric meal and snack foods differentially affect eating behavior. *Appetite*, 46, 117–123.
- Deshmukh-Taskar, P., Nicklas, T. A., Radcliffe, J. D., O'Neil, C. E., & Liu, Y. (2012). The relationship of breakfast skipping and type of breakfast consumed with overweight/obesity, abdominal obesity, other cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in young adults. The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *Public Health Nutrition*, 16(11), 2073–2082.
- Després, J. P. (2012). Body fat distribution and risk of cardiovascular disease. An update. *Circulation*, 126(10), 1301–1313.
- Gargallo Fernández, M., Quiles Izquierdo, J., Basulto Maset, J., Breton Lesmes, I., Formiguera Sala, X., & Salas-Salvadó, J. (2012). Evidence-based nutritional recommendations for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults (FESNAD-SEEDO consensus document). The role of diet in obesity prevention (II/III). *Nutrición Hospitalaria*, 27(3), 800–832.
- Gigante, D. P., Barros, F. C., Post, C. L., & Olinto, M. T. (1997). Prevalence and risk factors of obesity in adults. *Revista de Saúde Pública*, 31(3), 236–246.
- Halkjaer, J., Tjønneland, A., Overvad, K., & Sørensen, T. I. A. (2009). Dietary predictors of 5-year changes in waist circumference. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(8), 1356–1366.
- Hartmann, C., Siegrist, M., & van der Horst, K. (2012). Snack frequency. Associations with healthy and unhealthy food choices. *Public Health Nutrition*, 16(8), 1487–1496.
- Holmbäck, I., Ericson, U., Gullberg, B., & Wirfält, E. (2010). A high eating frequency is associated with an overall healthy lifestyle in middle-aged men and women and reduced likelihood of general and central obesity in men. *The British Journal of Nutrition*, 104(7), 1065–1073.
- Howarth, N. C., Huang, T. T.-K., Roberts, S. B., Lin, B.-H., & McCrory, M. A. (2007). Eating patterns and dietary composition in relation to BMI in younger and older adults. *International Journal of Obesity*, 31(4), 675–684.
- Jakubowicz, D., Barnea, M., Wainstein, J., & Froy, O. (2013). High caloric intake at breakfast vs. dinner differentially influences weight loss of overweight and obese women. *Obesity*, 21(12), 2504–2512.
- Keller, K., Rodríguez López, S., Carmenate Moreno, M. M., & Acevedo Cantero, P. (2014). Associations between food consumption habits with meal intake behaviour in Spanish adults. *Appetite*, 83, 63–68.
- Kerver, J. M., Yang, E. J., Obayashi, S., Bianchi, L., & Song, W. O. (2006). Meal and snack patterns are associated with dietary intake of energy and nutrients in US adults. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(1), 46–53.
- Ma, Y., Bertone, E., Stanek, E., Reed, G., Hebert, J., Cohen, N., et al. (2003). Association between eating patterns and obesity in a free-living US adult population. *American Journal of Epidemiology*, 158(1), 85–92.
- Marín-Guerrero, A. C., Gutiérrez-Fisac, J. L., Guallar-Castillón, P., Banegas, J. R., & Rodríguez-Artalejo, F. (2008). Eating behaviours and obesity in the adult population of Spain. *The British Journal of Nutrition*, 100(5), 1142–1148.
- Mesas, A., Muñoz-Pareja, M., López-García, E., & Rodríguez-Artalejo, F. (2012). Selected eating behaviours and excess body weight. A systematic review. *Obesity Reviews*, 13(2), 106–135.
- NCEP. (2001). Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP). Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III). *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 285(19), 2486–2497.
- Popkin, B. M. (2001). Nutrition in transition. The changing global nutrition challenge. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 10(Suppl.), S13–S18.
- Salvador Castell, G., Mataix Verdú, J., & Serra-Majem, L. (2006). Grupos de Alimentos. In L. Serra-Majem (Ed.), *Nutrición y salud pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones* (2nd ed., pp. 38–51). Barcelona, Spain: Masson, S.A.
- Scheer, F. A. J. L., Morris, C. J., & Shea, S. A. (2013). The internal circadian clock increases hunger and appetite in the evening independent of food intake and other behaviors. *Obesity*, 21(3), 421–423.
- van der Heijden, A., Hu, F. B., Rimm, E. B., & van Dam, R. M. (2007). A prospective study of breakfast consumption and weight gain among U.S. men. *Obesity*, 15, 2463–2469.
- Wadhera, D., & Capaldi, E. D. (2012). Categorization of foods as “snack” and “meal” by college students. *Appetite*, 58(3), 882–888.
- Wansink, B., Payne, C. R., & Shimizu, M. (2010). “Is this a meal or snack?” Situational cues that drive perceptions. *Appetite*, 54(1), 214–216.
- Weiner, J. S., & Lourie, J. A. (1981). *Practical human biology* (1st ed.). London, GB: Academic Press Inc.
- WHO. (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. In *World Health Organ Tech Rep* (Vol. 894, pp. 1–253). Geneva: World Health Organisation.
- WHO. (2008). *Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO expert consultation*. Geneva: World Health Organisation.
- WMA (World Medical Association). (2013). Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. 64th General Assembly. Fortaleza, Brasil.

### **5.3 Artículo III**

## **Associations between meal intake behaviour and blood pressure in Spanish adults.**

Keller, K., Rodríguez López, S. & Carmenate Moreno, M.M.

Nutr. Hosp. Aceptado el 27/11/2016.

Association between meal intake behaviour and blood  
pressure in Spanish adults

Asociación entre conductas relacionadas con la ingesta de  
alimentos y tensión arterial en adultos españoles

Kristin Keller<sup>1</sup>, Santiago Rodríguez López<sup>2</sup>, María Margarita Carmenate Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain.

<sup>2</sup> Centre for Research and Studies on Culture and Society, National Scientific and  
Technical Research Council (CIECS, CONICET-UNC), Córdoba, Argentina.

Corresponding author: Kristin Keller

(Departamento de Biología. Facultad de Ciencias)

Edificio de Biología

Calle Darwin No.2

Ciudad Universitaria de Cantoblanco

28049 Madrid

Phone: +34 91 497 6229; Fax: +34 91 497 8344; e-mail:

[biol.kristin.keller@gmail.com](mailto:biol.kristin.keller@gmail.com)

*Source of funding:* This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

*Conflicts of interest:* The authors declare no conflict of interest related to any part of this study or manuscript.

## **Abstract**

**Introduction and objectives:** Eating frequency has been suggested to modify blood pressure. Yet, the results are inconclusive, possibly because eating frequency – particular meal intake behaviour (MIB) – does not differentiate between meals and snacks. Hence, the aim of this study was to examine the association between more specific MIBs, like the consumption of the three main meals, the intake of forenoon and afternoon meals and snacking between the regular meals, and systolic/ diastolic blood pressure (SBP/DBP).

**Methods:** This cross-sectional study includes 1314 Spanish adults aged 20-79 years. Data collection occurred during cardiovascular health days, events organised in four Spanish cities (Madrid, Las Palmas, Seville and Valencia) in 2008. Linear regression analysis was performed to assess the independent association between the mentioned MIBs and SBP/DBP, controlling for several confounders in multiples models.

**Results:** After adjusting for sex, age and individual risk factors, having an afternoon meal was associated with lower SBP ( $\beta$  -3.91, 95%CI (-6.33, -1.49)) and DBP ( $\beta$  -2.35, 95%CI (-3.76, -0.94)). This association was attenuated when introducing dietary intake and waist circumference in the predictive models (SBP:  $\beta$  -2.83, 95%CI (-5.25, -0.40) and DBP: ( $\beta$  -1.67, 95%CI (-3.04, -0.31)), although it still remained significant. None of the other investigated MIBs showed any associations with SBP/DBP.

**Conclusions:** This study suggests that SBP/DBP might be reduced by the intake of an afternoon meal. However, population-based prospective studies are needed in order to confirm the consequences of the investigated associations on health.

**Keywords:** Systolic and diastolic blood pressure, Waist circumference, Forenoon meal, Afternoon meal, Snacking.

## Resumen

**Introducción y objetivos:** Evidencias sugieren que el número de ingestas alimentarias modifican la presión arterial. Sin embargo, los resultados encontrados no son concluyentes, probablemente debido a que esta conducta relacionada con la ingesta de alimentos (CRIA), no diferencia entre comidas y *snacks*. Este estudio examina la asociación entre CRIAs más específicas como - la realización de las tres comidas principales, de la media mañana, de la merienda y picar entre las comidas regulares- y la tensión arterial sistólica y diastólica (TAS y TAD).

**Métodos:** Es un estudio transversal, en el cual se incluyen 1314 españoles (20-79 años). Los datos fueron recogidos en las Jornadas de Salud Cardiovascular en Madrid, Las Palmas, Sevilla y Valencia, durante el año 2008. Se aplicaron análisis de regresión lineal, controlando el efecto de diversos factores de confusión en múltiples modelos.

**Resultados:** Después de ajustar por sexo, edad y factores de riesgo individual, tomar la merienda se asoció directamente a menor TAS ( $\beta$  -3.91, 95%CI (-6.33, -1.49)) y una TAD ( $\beta$  -2.35, 95%CI (-3.76, -0.94)). La introducción del consumo alimentario y la circunferencia de cintura en los modelos predictivos, atenuó esta asociación (TAS:  $\beta$  -2.83, 95%CI (-5.25, -0.40) y TAD: ( $\beta$  -1.67, 95%CI (-3.04, -0.31)). Ninguna de las otras CRIAs investigadas mostró asociaciones con TAS y TAD.

**Conclusiones:** El estudio sugiere que tanto la TAS como la TAD podrían verse reducidas mediante la ingesta de la merienda. Aunque se requieren estudios adicionales para confirmar y profundizar en las consecuencias sobre la salud de las asociaciones investigadas.

**Palabras claves:** Tensión arterial sistólica y diastólica, circunferencia de cintura, Media mañana, Merienda, Picar.



## **Abbreviations**

BP: blood pressure

DBP: diastolic blood pressure

EF: eating frequency

MIBs: meal intake behaviours

SBP: systolic blood pressure

WC: waist circumference

## **Abreviaturas**

BP: presión arterial

DBP: presión arterial diastólica

EF: número de ingestas

MIBs: conductas relacionadas con la ingesta de alimentos

SBP: presión arterial sistólica

WC: circunferencia de cintura

## Introduction

Hypertension is a known risk factor for cardiovascular diseases. Therefore, its high prevalence worldwide is a concern. Prevention is reached through lifestyle modifications (1,2). Hence, decreasing sodium chloride and cholesterol intake and increasing fruit and vegetable consumption are recommended by the European Society of Cardiology (3), alongside with weight reduction, regular physical activity, restricted alcohol consumption and smoking cessation. However, the intake of nutrients and specific food groups is only one aspect of dietary behaviour. Another aspect are meal intake behaviours (MIBs) like eating frequency (EF), irregular eating, snacking or skipping meals. These are related to specific lifestyles and dietary patterns and therefore might contribute to the development of cardiovascular risk factors (4–8). However, only a few studies have explored the associations between MIB and blood pressure (BP) (9–17).

In the case of EF, a systematic review of weight-loss and maintenance intervention studies carried out by Palmer et al. (15) suggested no associations between EF and BP. Moreover, different cross-sectional studies did not find any associations (16,17) with EF. By contrast, Edelstein et al. (9) showed that systolic blood pressure (SBP) was lower in those subjects who ate more frequently. This was confirmed by Kim et al. (12) who observed an inverse association between EF and BP. Furthermore, a longitudinal study (10), evaluating 115 nondiabetic men and women, found that a high eating frequency was associated with decreased systolic (SBP) and diastolic BP (DBP).

Altogether, the results are inconclusive, suggesting either no associations or negative associations between EF and SBP/DBP. This might be due to different methodological limitations. 1) EF does not differentiate between meals and snacks and 2) the definition of meals, snacks or even eating occasions is inconsistent across the literature (18,19). For example, most studies consider only breakfast, lunch and dinner to be meals, coding the rest of the eating occasions as snacks (4,6). However, most traditional meal patterns consist of more than three meals per day (18,20). In Spain, for example, in addition to the three main meals, two smaller eating occasions occur and they are perceived as meals rather than snacks (20). They take place between breakfast and lunch (a

forenoon meal – ‘media mañana’) and lunch and dinner (an afternoon meal – ‘merienda’).

Based on the above mentioned, the present study aims to determine the associations of several MIBs – such as the intake of the three main meals, a forenoon meal, an afternoon meal and snacking between regular meals – with SBP and DBP in a sample of Spanish adults.

## **Materials and methods**

### *Participants*

Data from 1314 adults (63.2% women and 36.8% men) aged 20-79 years (mean age  $57.8 \pm 14.9$  years) were examined in a cross-sectional study. The survey was carried out in 2008 in four Spanish cities (Madrid, Las Palmas, Seville and Valencia) during a cardiovascular health event organised by the Fundación Española del Corazón and the Sociedad Española de Cardiología. A random sampling of participants was not carried out since the main purpose of these events was to promote the prevention of cardiovascular diseases and to screen for cardiovascular risk factors. Hence, all the volunteers were accepted. Participants were included in the study when they completed a guided questionnaire, as well as measurements of waist circumference (WC) and BP. Technicians used standardised anthropometric instruments during measurements, following the recommendations of the International Biological Program (21). The study was approved by the ethics committee of the Fundación Española del Corazón and conducted according to the guidelines in the Declaration of Helsinki (22). Signed consent forms were obtained from all participants.

### *Measurements*

A digital tensiometer (20/40 COMFORT VISOMAT) was used to assess SBP (mmHg) and DBP (mmHg). Participants were measured while sitting and after they had completed the questionnaire, the intention of which was to achieve a calm state. These measurements were repeated when values were beyond the normal range: from  $<90/60$  mmHg or  $>140/90$  mmHg for SBP/DBP (23). WC (cm) was measured midway between the last rib and the upper edge of the iliac crest, using a non-stretchable tape.

### *Meal intake behaviours*

The four MIBs investigated (the intake of all three main meals, having a forenoon meal, having an afternoon meal and snacking) were assessed by means of short self-reported questions. Participants were asked about the meals consumed during the day, given the following meals to choose from: breakfast, forenoon

meal, lunch, afternoon meal and dinner (1=yes/ 0=no). The intake of all three main meals was confirmed when the three questions on breakfast, lunch and dinner were answered positively. The habit of snacking between their regular meals was estimated by the question 'Do you snack between meals?' (1=yes/ 0=no), immediately after asking about their meal intake.

### *Confounders*

Known risk factors for hypertension, such as sex, age, individual risk factors and dietary intake, were considered as potential confounders of the MIB-BP association. Individual risk factors were assessed using self-report questions. Participants were asked whether they currently drank alcohol (1=yes/ 0=no) or smoked (1=yes/ 0=no). Additionally, they had to indicate their level of physical activity during spare time. They could select from the following options: sedentary (reading, watching television), light exercise (minimum effort: yoga, walking, fishing), moderate exercise (minimum 4 hours a week: hiking, cycling, gardening) and intensive exercise (high heart rate: running, football, swimming). For the analysis, moderate and intensive exercises were grouped into one category.

Furthermore, the data from a short food habits questionnaire was used to create two scores that reflect dietary intake. First, the Achievement of the Dietary Guideline Score (ADGS) was based on five short questions about the usual daily intake of a) meat, fish and eggs (responsive options: zero to five or more servings), b) milk and dairy products (zero to three servings), c) fruit (zero to five or more servings), d) vegetables (zero to three servings), and e) bread, pasta, rice and cereals (zero to five or more servings). One point was obtained for each food group when the serving recommendations of the Spanish dietary guidelines – as presented by Salvador et al. (24) were reached: a) meat, fish and eggs (less than three servings), b) milk and dairy products (more than one serving), c) fruit (more than one serving), d) vegetables (more than one serving), and e) bread, pasta, rice and cereals (more than three servings). By adding up the points obtained, the score ranges from 0 to 5 points, and it is categorised into 1=very low (0-1 points), 2=low (2 points), 3=middle (3 points) and 4=high (4-5 points). The second score (Unhealthy Habit Score (UHS)) was based on the regular consumption of: a) fatty foods b) ready-made meals c) salty foods, d) adding salt

to already prepared meals, and e) the intake of sugary drinks during a meal and it was assessed by the results of a short question about whether or not each habit was performed regularly (1=yes/ 0=no). The UHS was determined by totalling the points obtained for each question answered with yes (the range is 0 to 5 points), then recoding them into 1=very low (0 points), 2=low (1 point), 3= medium (2 points) and 4=high (3-5 points).

### *Statistical analysis*

Continuous variables were tested for normality and described using means and standard deviation, whereas categorical variables were represented by frequencies. First, the association between the confounders and the dependent variables (SBP and DBP) were assessed by means of linear regression and adjusted for the investigated MIB. Second, multiple linear regression models were used to examine the associations between the MIBs – the intake of the three main meals, having a forenoon meal, having an afternoon meal and snacking – and SBP/DBP. Model 1 described the analysis adjusted by sex, age, smoking, consumption of alcohol and physical activity during leisure time. Additionally, this model included the MIBs not considered as the main independent variable in each regression, controlling for the mutual effect between them. To examine whether the associations were mediated by dietary intake, represented by ADGS and UHS, or WC, they were introduced in the second (Model 2) and third (Model 3) model, respectively. Finally, Model 4 included all the confounders in the regression. Statistical analysis was conducted using the software package SPSS 17, considering p-value < 0.05 as statistically significant.

## Results

Table I presents the sample characteristics according to the investigated MIBs: the intake of all three main meals, having a forenoon meal, having an afternoon meal and snacking. The majority of the sample consumed all three main meals. More than one third of the participants took a forenoon meal and nearly half of them an afternoon meal, whereas only a fourth of the individuals snacked between their regular meals. SBP was significantly lower among the participants who usually had a forenoon meal, an afternoon meal and those who snacked between the regular meals. In contrast, subjects who had all three main meals showed a significantly higher SBP. Additionally, those who had a forenoon meal and an afternoon meal also presented lower DBP.

Table II shows the associations between SBP/DBP and the confounders – sex, age, smoking, drinking alcohol, physical activity during spare time, the ADGS and UHS. Subjects with an increased WC had significantly higher BP. SBP was lower among men and individuals with moderate to intense physical activity, whereas SBP increased with age. In contrast, DBP did not show any associations with the confounders.

Finally, Table III shows the associations between the MIBs and SBP/DBP. After adjusting for the confounders, MIB not being considered the main independent variable, having an afternoon meal was directly associated with SBP and DBP. The participants who had an afternoon meal had significantly lower SBP and DBP. Those associations were attenuated when the ADGS, UHS and WC were included in the regression models, yet, the association remained significant. In contrast, the realization of all three main meals, the intake of a forenoon meal and snacking did not show associations with SBP and DBP.

## Discussion

In this study, we used linear regressions models to assess associations between the MIBs – intake of the three main meals, forenoon meal, afternoon meal and snacking between the regular meals – and SBP/DBP. Our findings showed that subjects who consumed an afternoon meal seemed to have lower BP independent of other variables such as sex, age and individual risk factors. However, the association was attenuated through dietary intake, represented by ADGS and UHS, and WC. On the other hand, the rest of the investigated MIBs were not related to SBP/DBP.

To the best of our knowledge, the negative direct association between the afternoon meal and SBP/DBP is a unique result, as meals in addition to breakfast, lunch and dinner are underexplored for several reasons. First, in previous studies extra meals or small meals are usually examined as snacks and therefore are considered the same as snacking in general (4,6). For example, Kim et al (12) found snack frequency, but not meal frequency, to be inversely associated with BP. However, the used meal definition included only breakfast, lunch and dinner, whereas other eating occasions were considered snacks. Second, an afternoon and a forenoon meal are meals traditionally taken in Spain. However, they are much less common in other populations. For instance, Barba et al. (25) studied the association between EF and BP in children from southern Italy. When defining EF, they included –in addition to the three main meals – a forenoon meal, an afternoon meal and milk before bed.

The possible mechanisms by which the intake of an afternoon meal might reduce SBP and DBP are unclear, especially, as there was no observed association with the forenoon meal. However, we believe that the afternoon meal might somehow affect the intake of the subsequent meal. In the case of the forenoon meal this is lunch, whereas for the afternoon meal it is dinner. The amount of energy consumed during dinner might be one of the highest of the day, as observed by several studies from different countries. Additionally, previous investigations showed a decline in insulin sensitivity throughout the day, reaching its lowest point in the evening (27). Hence, the intake of an afternoon meal may result in a decreased energy intake during dinner and thus perhaps it improves insulin



metabolism. Yet, given the observational nature of the study, we were not able to test this assumption. However, an intervention study carried out by Chapelot et al. (18) showed a lower dinner intake in those participants who usually had a traditional French mid-afternoon eating occasion. This occurred even though the participants who never realize such a small meal in the afternoon ate a snack out of the same food items as provided for this afternoon meal. However, after a five-year follow-up, Karatzi et al. (10) found a direct link between high EF and a lower rate of SBP and DBP, independent of the homeostatic model assessment- insulin resistance (HOMA-IR). Nevertheless, they suggest that over the long term a reduced insulin concentration might benefit cardiovascular health. As the afternoon meal is part of a traditional Spanish meal pattern, the long-term effect postulated might have acted over metabolism. Additionally, it is important to mention that in the study by Karatzi et al. (8) the participants were screened to have no conditions, such as diabetes mellitus, liver or endocrine diseases, that may impact blood pressure. In our study, participants were enrolled regardless of diseases they had.

In addition, with the use of regression models we could assess the role of dietary intake, represented by ADGS and UHS, as well as WC on the associations between MIBs and SBP/DBP. In the first place, we observed that the association between the intake of the afternoon meal and BP was independent of these two confounders. This is in line with the study carried out by Karatzi et al. (10), who also found that the association of EF with BP after a five-year follow-up remained significant after the adjustment of BMI and energy intake. In contrast, Barba et al. (25) found an association between EF and BP in children from southern Italy that was not independent from BMI, which is also confirmed by Kim et al. (12) in an adult population. Secondly, although the association was still significant, one could observe attenuation when WC and dietary intake were included in the regression models, which may also indicate an indirect pathway of the MIB-BP association. Both confounders are known risk factors of high BP, although the metabolic pathways underlying the mechanism are still under discussion. The mechanisms are possibly multifactorial, such as endothelial dysfunction, alteration of the nervous system and kidney function and the modification of the balance of specific hormones like insulin and leptin (28,29).

This study had several limitations. First, the sample was neither randomly selected nor representative of the Spanish population. The data were collected during events whose objectives were targeting cardiovascular risk factors among the participants and providing information about current lifestyle. Therefore, the study was biased towards certain risk groups that might be more sensitive to their own health, as observed by the higher participation of women and older people. Second, causal relationships could not be established because of the cross-sectional design of the study, even though the analysis was carefully adjusted. However, residual confounding cannot be ruled out. For example, our results might be biased for not having considered the use of antihypertensive medication. This might have led to underestimation of the MIBs-BP association and the presence of disease with an impact on cardiovascular health, such as diabetes mellitus or kidney diseases. Third, the questionnaire used to assess dietary intake was not previously validated. In contrast, the study had various strengths. First, the use of linear regression models allowed us to deepen into the nature of the associations. Second, WC was measured directly rather than self-report, thus avoiding response errors and underestimations. Finally, a trained person guided the participants through the questionnaire, guarding against wrong interpretations of questions, as well as memory gaps and inexactness.

In conclusion, we found that the intake of an afternoon meal was directly associated with lower BP. This represents a novel result as MIBs, which had rarely been studied before, were investigated. The results might easily be included in dietary advisories. However, in order to confirm the findings, further population based studies that use validated measurements of dietary pattern and confounders are needed.

## **Acknowledgement**

We acknowledge the contribution of the Universidad Autónoma de Madrid in terms of a studentship given to one of the authors.

## References

1. Organización Mundial de la Salud. Información general sobre la hipertensión en el mundo. Una enfermedad que mata en silencio, una crisis de salud pública mundial. [WHO, editor]. Ginebra (Suiza): WHO Document Production Services; 2013.
2. Gabriel R, Brotons C, Tormo JM, Segura A, Rigo F, Elosua R, et al. La ecuación ERICE: la nueva ecuación autóctona de riesgo cardiovascular para una población mediterránea envejecida y de bajo riesgo en España. *Rev Española Cardiol*. 2014;68:205–215.
3. Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren M, et al. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *Eur Heart J*. 2012;33:1635–1701.
4. Mesas A, Muñoz-Pareja M, López-García E, Rodríguez-Artalejo F. Selected eating behaviours and excess body weight: a systematic review. *Obes Rev*. 2012;13:106–135.
5. Miller R, Benelam B, Stanner SA, Buttriss JL. Is snacking good or bad for health: An overview. *Nutr Bull*. 2013;38:302–322.
6. Leech RM, Worsley A, Timperio A, McNaughton SA. Understanding meal patterns: definitions, methodology and impact on nutrient intake and diet quality. *Nutr Res Rev*. 2015;28:1–21.
7. Keller K, Rodríguez López S, Carmenate Moreno MM, Acevedo Cantero P. Associations between food consumption habits with meal intake behaviour in Spanish adults. *Appetite*. 2014;83:63–68.
8. Keller K, Rodríguez López S, Carmenate Moreno MM. Association between meal intake behaviour and abdominal obesity in Spanish adults. *Appetite*. 2015;92:1–6.
9. Edelstein SL, Barrett-Connor EL, Wingard DL, Cohn BA. Increased meal frequency associated with decreased cholesterol concentrations; Rancho Bernardo, CA, 1984-1987. *Am J Clin Nutr*. 1992;55:664–669.
10. Karatzi K, Georgiopoulos G, Yannakoulia M, Efthimiou E, Voidonikola P, Mitrakou A, et al. Eating frequency predicts new onset hypertension and

- the rate of progression of blood pressure, arterial stiffness, and wave reflections. *J Hypertens*. 2016;34:429–437.
11. Karatzi K, Yannakoulia M, Psaltopoulou T, Voidonikola P, Kollias G, Sergentanis TN, et al. Meal patterns in healthy adults: Inverse association of eating frequency with subclinical atherosclerosis indexes. *Clin Nutr*. 2014;1–7.
  12. Kim S, Park G-H, Yang JH, Chun SH, Yoon H-J, Park M-S. Eating frequency is inversely associated with blood pressure and hypertension in Korean adults: analysis of the Third Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Eur J Clin Nutr*. 2014;68:481–489.
  13. Nicklas TA, O'Neil CE, Fulgoni III VL. Snacking patterns, diet quality, and cardiovascular risk factors in adults. *BMC Public Health*. 2014;14:388.
  14. Ortega R, Redondo M, Zamora M, López-Sobaler A, Quintas M, Andrés P, et al. El numero de comidas diarias como condicionante de la ingesta de alimentos energia y nutrientes en ancianos. influencia en relacion con diversos factores de riesgo cardiovascular. *Nutr Hosp*. 1998;13:186–192.
  15. Palmer MA, Capra S, Baines SK. Association between eating frequency, weight, and health. *Nutr Rev*. 2009;67:379–390.
  16. Smith KJ, Blizzard L, McNaughton SA, Gall SL, Dwyer T, Venn AJ. Daily eating frequency and cardiometabolic risk factors in young Australian adults: cross-sectional analyses. *Br J Nutr*. 2012;108:1086–1094.
  17. Titan S, Bingham S, Welch A, Luben R, Oakes S, Day N, et al. Frequency of eating and concentrations of serum cholesterol in the Norfolk population of the European prospective investigation into cancer (EPIC-Norfolk): cross sectional study. *BMJ*. 2001;323:1286–1288.
  18. Chapelot D. The role of snacking in energy balance: a biobehavioral approach. *J Nutr*. 2011;141:158–162.
  19. Murakami K, Livingstone MBE. Associations of eating frequency with adiposity measures, blood lipid profiles and blood pressure in British children and adolescents. *Br J Nutr*. 2014;111:2176–2183.
  20. Bes-Rastrollo M, Sanchez-Villegas A, Basterra-Gortari FJ, Nunez-Cordoba JM, Toledo E, Serrano-Martinez M. Prospective study of self-reported usual snacking and weight gain in a Mediterranean cohort: the SUN project. *Clin Nutr*. 2010;29:323–330.

21. Weiner JS, Lourie JA. Practical Human Biology. Michigan: Academic Press; 1981.
22. WMA (World Medical Association). Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. 64th ed. Fortaleza, Brazil; 2013.
23. Huch R, Jürgens K, Fessel D. Mensch, Körper, Krankheit. 5th ed. Urban & Fischer Verlag: München, 2007.
24. Salvador Castell G, Mataix Verdú J, Serra-Majem L. Grupos de Alimentos. In: Serra-Majem L (ed). Nutrición y Salud Publica. Métodos, Bases científicas y Aplicaciones. Masson, S.A.: Barcelona, Spain, 2006, pp 38–51.
25. Barba G, Troiano E, Russo P, Siani A. Total fat, fat distribution and blood pressure according to eating frequency in children living in southern Italy: the ARCA project. *Int J Obes.* 2006;30:1166–1169.
26. Howarth NC, Huang TT-K, Roberts SB, Lin B-H, McCrory MA. Eating patterns and dietary composition in relation to BMI in younger and older adults. *Int J Obes.* 2007;31:675–684.
27. Jakubowicz D, Barnea M, Wainstein J, Froy O. High Caloric intake at breakfast vs. dinner differentially influences weight loss of overweight and obese women. *Obesity.* 2013;21:2504–2512.
28. Kotsis V, Stabouli S, Papakatsika S, Rizos Z, Parati G. Mechanisms of obesity-induced hypertension. *Hypertens Res.* 2010;33:386–393.
29. Neves AL, Coelho J, Couto L, Leite-Moreira A, Roncon-Albuquerque R. Metabolic endotoxemia: a molecular link between obesity and cardiovascular risk. *J Mol Endocrinol.* 2013;51:51–64.

**Table I** Study sample characteristics according to meal intake behaviours: Intake of all three main meals, having a forenoon meal, having an afternoon meal and snacking.

	Intake of all three main meals				Having a forenoon meal				Having an afternoon meal				Snacking				Total	
	Yes		No		Yes		No		Yes		No		Yes		No		Mean	SD
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
<b>SBP</b>	132.3	21.5	127.1	20.9 *	129.2	20.9	133.6	21.6 **	128.9	20.1	134.6	22.2 **	129.7	22.4	132.7	21.1 **	132.0	21.5
<b>DBP</b>	77.5	11.9	76.5	11.3	75.8	11.3	78.3	12.0 **	75.7	10.8	78.9	12.4 **	77.4	12.1	77.4	11.7	77.4	11.8
<b>WC (cm)</b>	93	12.0	91.3	11.1	91.9	11.3	93.5	12.3 *	91.1	11.2	94.4	12.4	93.2	12.4	92.8	11.8	92.9	12.0
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Sex</b>																		
Men	448	36.6	35	44.3	158	32.6	325	39.2 *	166	27.8	317	44.3 **	109	33.1	374	39.0	483	36.8
Women	787	63.7	44	55.7	326	67.4	505	60.8	432	72.2	399	55.7	220	66.9	611	62.0	831	63.2
<b>Age (years)</b>																		
20-44 years	239	90.5	25	9.5 *	103	39.0	161	61.0	117	44.3	147	55.7	92	34.8	172	65.2 **	264	20.1
45-64 years	491	94.1	31	5.9	207	39.7	315	60.3	246	47.1	276	52.9	131	25.1	391	74.9	522	39.7
>64 years	505	95.6	23	4.4	174	33.0	354	67.0	235	44.5	293	40.9	106	20.1	422	79.9	528	40.2
<b>Smoking (yes)</b>	165	13.4	25	3.6 **	69	14.3	121	14.6	77	12.9	113	15.8	60	18.2	130	13.2 *	190	14.5
<b>Drinking alcohol (yes)</b>	592	47.9	42	53.2	223	46.1	411	49.5	257	43.0	377	52.7 **	155	47.1	479	48.6	634	48.2
<b>Physical activity during spare time</b>																		
Sedentary	249	20.2	32	40.5 **	96	19.8	185	22.3	128	21.4	153	21.4	97	29.5	184	18.7 **	281	21.4
Light	419	33.9	20	25.3	170	35.1	269	32.4	211	35.3	228	31.8	101	30.7	338	34.3	439	33.4
Moderate + Intensive	567	45.9	27	34.2	218	45.0	376	45.3	259	43.3	335	46.8	131	39.8	463	47.0	594	45.2
<b>Achievement Dietary Guideline Score</b>																		
Very low (0-1)	123	10.0	26	32.9 **	33	22.1	116	14.0 **	30	5.0	119	16.6 **	38	11.6	111	11.3	149	11.3
Low (2)	323	26.2	26	32.9	112	23.1	237	28.6	137	22.9	212	29.6	96	29.2	253	25.7	349	26.6
Middle (3)	539	43.6	18	22.8	199	41.1	358	43.1	284	47.5	273	38.1	132	40.1	425	43.1	557	42.4
High (4-5)	250	20.2	9	11.4	140	28.9	119	14.3	147	24.6	112	15.6	63	19.1	196	19.9	259	19.7

	Intake of all three main meals				Having a forenoon meal				Having an afternoon meal				Snacking				Total				
	Yes		No		Yes		No		Yes		No		Yes		No		n	%			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%					
Unhealthy Habit Score																					
Very low (0)	534	43.2	17	21.5	**	199	41.1	352	42.4	269	45.0	282	39.4	77	23.4	474	48.1	**	551	41.9	
Low (1)	353	28.6	24	30.4		132	27.3	245	29.5	157	26.3	220	30.7	99	30.1	278	28.2		377	28.7	
Middle (2)	204	16.5	17	21.5		87	18.0	134	16.1	91	15.2	130	18.2	73	22.2	148	15.0		221	16.8	
High (3-5)	144	11.7	21	26.6		66	13.6	99	11.9	81	13.5	84	11.7	801	24.3	85	8.6		165	12.6	
Meal intake behaviours (yes)																					
Having three main meals						448	92.6	787	94.8	558	93.3	677	94.6	304	92.5	931	94.5		1235	94.0	
Having																					
Breakfast	1235	100.0	30	38.0	**	461	95.2	804	96.9	579	96.8	686	95.8	312	94.8	953	96.8		1265	96.3	
Forenoon meal	448	36.6	36	45.6						345	57.7	139	19.4	**	138	41.9	346	35.1	*	484	36.8
Lunch	1235	100.0	68	86.1	**	477	98.6	826	99.5	591	98.8	712	99.4	325	98.8	978	99.3		1303	99.2	
Afternoon meal	558	45.2	40	50.6		345	71.3	253	30.5	**				168	51.1	430	43.7	*	598	45.5	
Dinner	1235	100.0	51	64.6	**	473	97.7	813	98.0	579	96.8	707	98.7	*	320	97.3	966	98.1		1286	97.9
Snacking	304	24.6	25	31.6		138	28.5	191	23.0	*	168	28.1	161	22.5	*				329	25.0	

n- Number, SD- Standard Derivation

DBP, diastolic blood pressure; SBP, systolic blood pressure; WC, waist circumference

\* p < 0.05

\*\* p>0.01



**Table II** Unstandardised regression coefficients ( $\beta$ ) and 95% CI for linear regression of SBP, and DBP with WC, sex, age, smoking, drinking alcohol, physical activity during spare time, the Achievement of the Dietary Guideline Score and Unhealthy Habit Score adjusted for the investigated meal intake behaviour.

	SBP		DBP	
	Coef.	95% CI	Coef.	95% CI
WC	0.398	0.290, 0.505 <sup>b</sup>	0.253	0.197, 0.318 <sup>b</sup>
Sex(women) <sup>a</sup>	-3.396	-5.879, -0.914 <sup>b</sup>	-0.297	-1.733, 1.140
Age (years)	0.339	0.255, 0.423 <sup>b</sup>	-0.004	-0.053, 0.045
Smoking (yes) <sup>a</sup>	-2.808	-6.050, 0.434	-1.024	-2.900, 0.852
Drinking alcohol (yes) <sup>a</sup>	0.298	-1.926, 2.522	-0.058	-1.345, 1.229
<u>Physical activity during spare time<sup>a</sup></u>				
Light	-2.621	-5.374, 2.334	-1.075	-2.905, 0.755
Moderate + Intensive	-0.654	-3.690, - 2.382 <sup>b</sup>	0.191	-1.556, 1.948
<u>Achievement of the Dietary Guideline Score<sup>a</sup></u>				
low (2)	-1.034	-4.930, 2.862	-1.526	-3.781, 0.728
middle (3)	-1.520	-5.374, 2,334	-1.231	-3.461, 0.999
high (4-5)	-2.529	-6.832, 1.774	-1.679	-4.169, 0.811
<u>Unhealthy Diet Score<sup>a</sup></u>				
0	2.393	-1.485, 6.271	2.041	-0.203, 4.285
low (1)	1.552	-2.300, 5.405	1.937	-0.292, 4.285
middle (2)	1.385	-2.747, 5.517	0.511	-1.880, 2.902

DBP, diastolic blood pressure; SBP, systolic blood pressure; WC, waist circumference

<sup>a</sup> Reference categories: Sex- men, Smoking- no, Alcohol consumption- no, Physical activity during spare time- sedentary, Achievement of the Dietary Guideline Score-very low, Unhealthy Diet Score- very low.

<sup>b</sup> Significant association  $p \leq 0.05$

**Table III** Unstandardised regression coefficients ( $\beta$ ) and 95% CI for the associations between meal intake behaviours and SBP/DBP.

	SBP							
	Model 1 <sup>a</sup>		Model 2 <sup>b</sup>		Model 3 <sup>c</sup>		Model 4 <sup>d</sup>	
	Coef.	95% CI	Coef.	95% CI	Coef.	95% CI	Coef.	95% CI
Intake of all three main meals <sup>e</sup>	2.47	-2.16, 7.10	2.96	-1.75, 7.66	1.98	-2.55, 6.50	2.14	-2.46, 6.74
Having a forenoon meal <sup>e</sup>	-1.62	-4.10, 0.85	-1.32	-3.83, 1.19	-1.65	-4.06, 0.77	-1.43	-3.88, 1.02
Having an afternoon meal <sup>e</sup>	-3.91	-6.33, -1.49 <sup>f</sup>	-3.60	-6.07, -1.13 <sup>f</sup>	-2.99	-5.37, -0.62 <sup>f</sup>	-2.83	-5.25, -0.41 <sup>f</sup>
Snacking <sup>e</sup>	-0.38	-2.93, 2.17	-0.08	-2.71, 2.55	-1.10	-3.60, 1.40	-0.72	-3.29, 1.86
	DBP							
	Model 1 <sup>a</sup>		Model 2 <sup>b</sup>		Model 3 <sup>c</sup>		Model 4 <sup>d</sup>	
	Coef.	95% CI	Coef.	95% CI	Coef.	95% CI	Coef.	95% CI
Intake of all three main meals <sup>e</sup>	0.42	-2.28, 3.11	0.68	-2.05, 3.41	0.10	-2.52, 2.72	0.16	-2.50, 2.83
Having a forenoon meal <sup>e</sup>	1.37	-2.81, 0.08	1.18	-2.64, 0.28	-1.38	-2.78, 0.20	-1.25	-2.67, 0.17
Having an afternoon meal <sup>e</sup>	-2.35	-3.76, -0.94 <sup>f</sup>	-2.16	-3.60, -0.73 <sup>f</sup>	-1.77	-3.15, -0.39 <sup>f</sup>	-1.67	-3.07, -0.27 <sup>f</sup>
Snacking <sup>e</sup>	0.66	-0.83, 2.14	0.99	-0.54, 2.51	0.20	-1.25, 1.65	0.58	-0.91, 2.07

<sup>a</sup> Model 1: adjusted for sex, age, Individual risk factors (smoking, alcohol consumption, physical activity in leisure time), MIB not considered to be the main independent variable

<sup>b</sup> Model 2: Model 1 and Achievement of the Dietary Guideline Score, Unhealthy Habit Score

<sup>c</sup> Model 3: Model 1 and WC

<sup>d</sup> Model 4: Model 1 and Achievement of the Dietary Guideline Score, Unhealthy Habit Score and WC

DBP, diastolic blood pressure; SBP, systolic blood pressure, WC

<sup>e</sup> Reference category: no

<sup>f</sup> Significant association  $p \leq 0.05$

## Bibliografía

1. Perk, J. *et al.* European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *Eur. Heart J.* **33**, 1635–1701 (2012).
2. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). Fact sheet. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/> (2016).
3. Instituto Nacional de Estadística. Defunciones según la causa de muerte. Año 2013. *INE-Nota de Prensa* 1–8 (2015).
4. Castellano, J. M., Peñalvo, J. L., Bansilal, S. & Fuster, V. Promoción de la salud cardiovascular en tres etapas de la vida: Nunca es demasiado pronto, nunca demasiado tarde. *Rev. Española Cardiol.* **67**, 731–737 (2014).
5. World Health Organization. *Global Atlas on Cardiovascular Disease Prevention and Control*. (2011).
6. Berciano, S. & Ordovás, J. M. Nutrition and Cardiovascular Health. *Rev. Española Cardiol.* **67**, 738–747 (2014).
7. Hu, F. B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr. Opin. Lipidol.* **13**, 3–9 (2002).
8. Leech, R. M., Worsley, A., Timperio, A. & McNaughton, S. A. Understanding meal patterns: Definitions, methodology and impact on nutrient intake and diet quality. *Nutr. Res. Rev.* **28**, 1–21 (2015).
9. Mithril, C. *et al.* Guidelines for the New Nordic Diet. *Public Health Nutr.* **15**, 1941–1947 (2012).
10. Menéndez, E. *et al.* Prevalencia, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial en España. Resultados del estudio Di@bet.es. *Rev. Española Cardiol.* **68**, 572–578 (2016).
11. Shimazu, T. *et al.* Dietary patterns and cardiovascular disease mortality in Japan: A prospective cohort study. *Int. J. Epidemiol.* **36**, 600–609 (2007).
12. Mesas, A., Muñoz-Pareja, M., López-García, E. & Rodríguez-Artalejo, F. Selected eating behaviours and excess body weight: a systematic review. *Obes. Rev.* **13**, 106–135 (2012).

13. Mestas, A. *et al.* Obesity-related eating behaviours in the adult population of Spain, 2008-2010. *Obes. Rev.* **13**, 858–867 (2012).
14. Gargallo Fernández, M. *et al.* Evidence-based nutritional recommendations for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults (FESNAD-SEEDO consensus document). The role of diet in obesity prevention (II/III). *Nutr. Hosp.* **27**, 800–832 (2012).
15. Wadhera, D. & Capaldi, E. D. Categorization of foods as ‘snack’ and ‘meal’ by college students. *Appetite* **58**, 882–888 (2012).
16. Wansink, B., Payne, C. R. & Shimizu, M. ‘Is this a meal or snack?’ Situational cues that drive perceptions. *Appetite* **54**, 214–216 (2010).
17. Miller, R., Benelam, B., Stanner, S. A. & Buttriss, J. L. Is snacking good or bad for health: An overview. *Nutr. Bull.* **38**, 302–322 (2013).
18. Duval, K. *et al.* Physical activity is a confounding factor of the relation between eating frequency and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.* **88**, 1200–1205 (2008).
19. Murakami, K. & Livingstone, M. B. E. Eating frequency in relation to body mass index and waist circumference in British adults. *Int. J. Obes.* **38**, 1200–1206 (2014).
20. de Graaf, C. Effects of snacks on energy intake: An evolutionary perspective. *Appetite* **47**, 18–23 (2006).
21. Chapelot, D. The role of snacking in energy balance: A biobehavioral approach. *J. Nutr.* **141**, 158–162 (2011).
22. Edelstein, S. L., Barrett-Connor, E. L., Wingard, D. L. & Cohn, B. A. Increased meal frequency associated with decreased cholesterol concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.* **55**, 664–669 (1992).
23. Cahill, L. E. *et al.* Prospective study of breakfast eating and incident coronary heart disease in a cohort of male US health professionals. *Circulation* **128**, 337–343 (2013).
24. Murakami, K. & Livingstone, M. B. E. Associations between Meal and Snack Frequency and Diet Quality in US Adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2012. *J. Acad. Nutr. Diet.* **115**, 1819–1829 (2016).
25. Capaldi, E. D., Quinn, J. & Privitera, G. J. Isocaloric meal and snack foods differentially affect eating behavior. *Appetite* **46**, 117–123 (2006).
26. Pliner, P. & Zec, D. Meal schemas during a preload decrease subsequent eating. *Appetite* **48**, 278–288 (2007).

27. Sierra-Johnson, J. *et al.* Eating Meals Irregularly: A Novel Environmental Risk Factor for the Metabolic Syndrome. *Obesity* **16**, 1302–1307 (2008).
28. Ferreira, I. & Huijberts, M. S. Eating at the right time of day. *J. Hypertens.* **31**, 866–869 (2013).
29. Kim, S. *et al.* Eating frequency is inversely associated with blood pressure and hypertension in Korean adults: Analysis of the Third Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Eur. J. Clin. Nutr.* **68**, 481–489 (2014).
30. Bes-Rastrollo, M. *et al.* Prospective study of self-reported usual snacking and weight gain in a Mediterranean cohort: the SUN project. *Clin. Nutr.* **29**, 323–330 (2010).
31. Jaeger, S. R., Marshall, D. W. & Dawson, J. A quantitative characterisation of meals and their contexts in a sample of 25 to 49-year-old Spanish people. *Appetite* **52**, 318–327 (2009).
32. Gómez-Martínez, S. *et al.* Eating Habits and Total and Abdominal Fat in Spanish Adolescents: Influence of Physical Activity. The AVENA Study. *J. Adolesc. Heal.* **50**, 403–409 (2012).
33. Karatzi, K. *et al.* Meal patterns in healthy adults: Inverse association of eating frequency with subclinical atherosclerosis indexes. *Clin. Nutr.* **34**, 302–308 (2015).
34. Ma, Y., Bertone-Johnson, E. R., Stanek, E. J., Cohen, N. L. & Ockene, I. S. Associations of Daily Eating Episodes, and Eating Away-from-home with Blood Level of Total Cholesterol. *North Am. J. Med. Sci.* **4**, 222–231 (2011).
35. Ortega, R. *et al.* El numero de comidas diarias como condicionante de la ingesta de alimentos energia y nutrientes en ancianos. influencia en relacion con diversos factores de riesgo cardiovascular. *Nutr. Hosp.* **13**, 186–192 (1998).
36. Palmer, M. A., Capra, S. & Baines, S. K. Association between eating frequency, weight, and health. *Nutr. Rev.* **67**, 379–390 (2009).
37. Smith, K. J. *et al.* Daily eating frequency and cardiometabolic risk factors in young Australian adults: Cross-sectional analyses. *Br. J. Nutr.* **108**, 1086–1094 (2012).
38. Titan, S. *et al.* Frequency of eating and concentrations of serum cholesterol in the Norfolk population of the European prospective investigation into cancer (EPIC-Norfolk): Cross sectional study. *BMJ* **323**, 1286–1288 (2001).
39. Karatzi, K. *et al.* Eating frequency predicts new onset hypertension and the rate of

- progression of blood pressure, arterial stiffness, and wave reflections. *J. Hypertens.* **34**, 429–437 (2016).
40. Pimenta, A. M. *et al.* Snacking between main meals is associated with a higher risk of metabolic syndrome in a Mediterranean cohort: The SUN Project (Seguimiento Universidad de Navarra). *Public Health Nutr.* **19**, 658–666 (2016).
  41. Kerver, J. M., Yang, E. J., Obayashi, S., Bianchi, L. & Song, W. O. Meal and snack patterns are associated with dietary intake of energy and nutrients in US adults. *J. Am. Diet. Assoc.* **106**, 46–53 (2006).
  42. Weiss, R. Fat distribution and storage: How much, where, and how? *Eur. J. Endocrinol.* **157**, S39–S45 (2007).
  43. Després, J. P. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: An update. *Circulation* **126**, 1301–1313 (2012).
  44. World Health Organization. *Waist circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation.* (2008).
  45. Barba, G., Troiano, E., Russo, P. & Siani, A. Total fat, fat distribution and blood pressure according to eating frequency in children living in southern Italy: The ARCA project. *Int. J. Obes.* **30**, 1166–1169 (2006).
  46. Boeing, H. *et al.* Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *Eur. J. Nutr.* **51**, 637–663 (2012).
  47. Aune, D., Norat, T., Romundstad, P. & Vatten, L. J. Dairy products and the risk of type 2 diabetes: A systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Am. J. Clin. Nutr.* **98**, 1066–1083 (2013).
  48. Elwood, P. C., Pickering, J. E., Givens, D. I. & Gallacher, J. E. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: An overview of the evidence. *Lipids* **45**, 925–939 (2010).
  49. Rice, B. H. Dairy and Cardiovascular Disease: A Review of Recent Observational Research. *Curr. Nutr. Rep.* **3**, 130–138 (2014).
  50. Alexander, D. D. *et al.* Dairy consumption and CVD: A systematic review and meta-analysis. *Br. J. Nutr.* **115**, 737–750 (2016).
  51. Wang, X. *et al.* Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: Systematic review and dose-response meta-analysis

- of prospective cohort studies. *BMJ* **349**, (2014).
52. Sayon-Orea, C. *et al.* Consumption of fried foods and weight gain in a Mediterranean cohort: the SUN project. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **23**, 144–150 (2013).
  53. van der Horst, K., Brunner, T. a & Siegrist, M. Fast food and take-away food consumption are associated with different lifestyle characteristics. *J. Hum. Nutr. Diet.* **24**, 596–602 (2011).
  54. Brambila-Macias, J. *et al.* Policy interventions to promote healthy eating: A review of what works, what does not, and what is promising. *Food Nutr. Bull.* **32**, 365–375 (2011).
  55. Rees, K., Dyakova, M., Ward, K., Thorogood, M. & Brunner, E. Dietary advice for reducing cardiovascular risk. *Cochrane Database Syst. Rev.* **28**, CD002128 (2013).
  56. Holmbäck, I., Ericson, U., Gullberg, B. & Wirfält, E. A high eating frequency is associated with an overall healthy lifestyle in middle-aged men and women and reduced likelihood of general and central obesity in men. *Br. J. Nutr.* **104**, 1065–1073 (2010).
  57. Halkjaer, J., Tjønneland, A., Overvad, K. & Sørensen, T. I. A. Dietary predictors of 5-year changes in waist circumference. *J. Am. Diet. Assoc.* **109**, 1356–1366 (2009).
  58. INE. Encuesta Europea de Salud en España. Año 2014. *Nota de Prensa - Instituto Nacional de Estadística* (2015).
  59. Hayes, A. F. *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis*. (The Guilford Press, 2013).
  60. Scafoglieri, A., Tresignie, J., Provyn, S., Pieter, J. & Ivan, C. Reproducibility, accuracy and concordance of Accutrend® Plus for measuring circulating lipid concentration in adults. *Biochem. Medica* **22**, 100–108 (2012).
  61. Mills, J. P., Perry, C. D. & Reicks, M. Eating frequency is associated with energy intake but not obesity in midlife women. *Obesity* **19**, 552–559 (2011).
  62. Hall, J. N., Moore, S., Harper, S. B. & Lynch, J. W. Global Variability in Fruit and Vegetable Consumption. *Am. J. Prev. Med.* **36**, 402–409.e5 (2009).
  63. Brambila-Macias, J. *et al.* Policy interventions to promote healthy eating: A review of what works, what does not, and what is promising. *Food Nutr. Bull.* **32**, 365–375 (2011).
  64. Feigin, V. L. *et al.* Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet Neurol.* **4422**, 1–12 (2016).

65. Howarth, N. C., Huang, T. T.-K., Roberts, S. B., Lin, B.-H. & McCrory, M. A. Eating patterns and dietary composition in relation to BMI in younger and older adults. *Int. J. Obes.* **31**, 675–684 (2007).
66. Jakubowicz, D., Barnea, M., Wainstein, J. & Froy, O. High Caloric intake at breakfast vs. dinner differentially influences weight loss of overweight and obese women. *Obesity* **21**, 2504–2512 (2013).
67. Morgan, L. M., Shi, J.-W., Hampton, S. M. & Frost, G. Effect of meal timing and glycaemic index on glucose control and insulin secretion in healthy volunteers. *Br. J. Nutr.* **108**, 1286–1291 (2012).
68. Kotsis, V., Stabouli, S., Papakatsika, S., Rizos, Z. & Parati, G. Mechanisms of obesity-induced hypertension. *Hypertens. Res.* **33**, 386–393 (2010).
69. Bertéus Forslund, H., Torgerson, J. S., Sjöström, L. & Lindroos, A. K. Snacking frequency in relation to energy intake and food choices in obese men and women compared to a reference population. *Int. J. Obes.* **29**, 711–719 (2005).
70. Ngueta, G., Laouan-Sidi, E. A. & Lucas, M. Does waist circumference uncorrelated with BMI add valuable information? *J. Epidemiol. Community Health* **68**, 849–855 (2014).
71. Lee, C. M. Y., Huxley, R. R., Wildman, R. P. & Woodward, M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: A meta-analysis. *J. Clin. Epidemiol.* **61**, 646–653 (2008).
72. Huxley, R., Mendis, S., Zheleznyakov, E., Reddy, S. & Chan, J. Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk—A review of the literature. *Eur. J. Clin. Nutr.* **64**, 16–22 (2009).